Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der Freien
Universität Berlin im Oskar-Helene-Heim

Direktor: Prof. Dr. med. G. Friedebold

DIE VERSORGUNG DER VERALTETEN VORDEREN KREUZBANDRUPTUR

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Gert Schleicher

aus Crimmitschau

1985

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547201_0063

Druck: Copy-Center in Dahlem
Ladenbergstraße 2-4
1000 Berlin 33
Tel. 831 40 25

Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der Freien Universität Berlin im Oskar-Helene-Heim

Direktor: Prof. Dr. med. G. Friedebold

DIE VERSORGUNG DER VERALTETEN VORDEREN KREUZBANDRUPTUR

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Gert Schleicher

aus Crimmitschau

Referent: Prof. Dr. med. W. Groher
Korreferent: Prof. Dr. med. F. Hoffmeister

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fachbereiche
der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 23. Juli 1985

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Einleitung	3
II. Anatomie	4
II. 1. Medialer Komplex	5
II. 2. Lateraler Komplex	6
II. 3. Zentraler Komplex	7
II. 4. Dorsaler Komplex	9
II. 5. Ventraler Komplex	10
III. Funktionelle Anatomie und Biomechanik	11
III. 1. Knöcherne Führung	11
III. 2. Ligamentäre Führung	13
III. 2. 1. Viergelenkkettensystem	13
III. 2. 2. 0. Spannungsverhalten der Hauptbänder des Kniegelenkes	14
III. 2. 2. 1. Innenband	14
III. 2. 2. 2. Vorderes Kreuzband	14
III. 2. 2. 3. Hinteres Kreuzband	15
III. 2. 2. 4. Außenband	15
III. 3. Muskuläre Führung	15
III. 4. Übersicht über die Kontrollfunktion der Kniegelenksstrukturen	16
IV. 1. Pathomechanische Aspekte der vorderen Knieinstabilität	17
IV. 2. Innenmeniskusschädigung	18
IV. 3. Knorpelschaden	19
V. Material und Methoden	20
V. 1. Diagnostik	20
V. 1. 1. Anamnese	20
V. 1. 2. Klinische Untersuchung	20
V. 1. 2. 1. Inspektion	20
V. 1. 2. 2. Palpation	21
V. 1. 2. 3. Funktionsprüfung	21
V. 1. 2. 4. Stabilitätsprüfung	21
V. 1. 2. 4. 1. Einteilung der Instabilität nach Schweregraden	22

Seite

V. 1. 2. 4. 2. Anatomische Einteilung 22
V. 1. 2. 4. 3. Klinische Gradeinteilung 23
V. 1. 2. 5. Klinische Tests 24
V. 1. 2. 5. 1. Abduktionstest 24
V. 1. 2. 5. 2. Schubladen-Test 25
V. 1. 2. 5. 3. Lachmann-Test 26
V. 1. 2. 5. 4. Pivot-shift-Test 27
V. 1. 3. Röntgendiagnostik 28
V. 1. 3. 1. Standard-Aufnahmen 28
V. 1. 3. 2. Gehaltene Röntgenaufnahmen 29
V. 1. 3. 3. Arthrographie 29
V. 1. 3. 4. Computer-Tomographie 29
V. 1. 4. Arthroskopie 30
V. 2. Therapie 30
V. 2. 1. Konservativ 30
V. 2. 2. Operatives Vorgehen 30
V. 2. 2. 1. Kreuzbandplastik mit Sehne der Pes anserinus-Gruppe 31
V. 2. 2. 2. Kreuzbandplastik mit freiem Patellarsehnendrittel 32
V. 2. 3. Weitere Operationsmethoden 33
V. 2. 4. Rehabilitation 33
V. 2. 4. 1. Immobilisation 33
V. 2. 4. 2. Krankengymnastik 34
V. 2. 4. 3. Adjuvante Maßnahmen 34
V. 2. 4. 4. Sportfähigkeit 35

VI. Eigene Ergebnisse 35
VI. 1. 0. Krankengut 35
VI. 1. 1. Geschlecht 36
VI. 1. 2. Altersverteilung 37
VI. 2. Unfallhergang 37
VI. 3. Beschwerden und Befund vor Operation 38
VI. 3. 1. Beschwerden der Patienten vor Operation 38
VI. 3. 2. Voroperationen an dem betroffenen Kniegelenk 39
VI. 3. 3. Vorangegangene konservative Behandlung 39

Seite

VI. 3. 4. Diagnosestellung 39
VI. 3. 5. Zeitraum zwischen Unfallgeschehen und Operation 39
VI. 4. Intraoperativ erhobene Befunde 40
VI. 4. 1. Lokalisation der vorderen Kreuzbandläsion 40
VI. 4. 2. Innenbandläsion 40
VI. 4. 3. Meniskusläsion 40
VI. 4. 4. Knorpelläsion 40
VI. 5. Operative Versorgung 41
VI. 5. 1. Vorderer Kreuzbandersatz 41
VI. 5. 2. Innenbandläsion 41
VI. 5. 3. Versorgung der Meniskusläsion 41
VI. 5. 4. Knorpelschaden 41
VI. 6. Nachbehandlung 42
VI. 6. 1. Dauer des stationären Aufenthaltes 42
VI. 6. 2. Dauer der Immobilisation 42
VI. 6. 3. Dauer der krankengymnastischen Übungsbehandlung 42
VI. 6. 4. Zeitraum bis zur Teil- und Vollbelastung 42
VI. 6. 5. Komplikationen 43
VI. 7. Nachuntersuchung 43
VI. 7. 1. Patientengut 43
VI. 7. 2. Subjektive Beurteilung 44
VI. 7. 2. 2. Auswertung des Fragebogens 47
VI. 7. 3. Klinische Nachuntersuchung 47
VI. 7. 3. 1. Bewertungskriterien 47
VI. 7. 3. 2. Klinische Nachuntersuchungsergebnisse Gruppe 1 49
VI. 7. 3. 3. Klinische Nachuntersuchungsergebnisse Gruppe 2 52
VI. 7. 4. Beurteilung der bei Nachuntersuchung angefertigten Röntgenaufnahmen 55
VI. 7. 4. 1. Bewertungskriterien 55
VI. 7. 4. 2. Auswertung der Röntgenaufnahmen Gruppe 1 56
VI. 7. 4. 3. Auswertung der Röntgenaufnahmen Gruppe 2 56

Seite

VII. Diskussion 57
VII. 1. Unfallursachen 57
VII. 2. Diagnosestellung 58
VII. 3. Operationsindikation 60
VII. 4. Operationsmethoden 61
VII. 5. Operationsergebnisse 63
VII. 6. Ergebnisse der Röntgen-Nachuntersuchung 68
VII. 7. Nachbehandlung 69

VIII. Zusammenfassung 71

Literaturverzeichnis 72

I. Einleitung

Die Zunahme des Breitensportes hat in den letzten Jahrzehnten zu einer stetig höheren Verletzungsrate des Kniegelenkes geführt. Beispielhaft sei hier das Skilaufen erwähnt. Eine stetige Verbesserung des Schuhmaterials hat zu einer Senkung der Verletzungshäufigkeit im Knöchel- und Schienbeinbereich geführt. Die Verletzungshäufigkeit verlagerte sich nun auf das Kniegelenk mit seinem Bandapparat.

Die vorliegende Arbeit gibt einen Überblick über die funktionelle Anatomie und Biomechanik des Kniegelenkes. Sie befaßt sich mit der genauen Diagnostik einer Kniebandverletzung sowie deren Therapie. Es werden Spätergebnisse von 114 Patienten mit veralteter vorderer Kreuzbandruptur und deren operativer Versorgung in der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der Freien Universität Berlin im Oskar-Helene-Heim in einem Zeitraum von 1972 bis 1982 mitgeteilt. Eine vergleichende Untersuchung und Wertung der verschiedenen angewandten Kreuzbandplastiken wird durchgeführt unter Hinweis auf die Notwendigkeit der Primärversorgung des frisch verletzten vorderen Kreuzbandes. Zur Diskussion wird weiterhin die Frage gestellt, warum die vordere Kreuzbandruptur am frisch verletzten Kniegelenk übersehen wird.

II. Anatomie

Das Kniegelenk gliedert sich in drei Einzelgelenke auf:

a) Mediales Femoro-Tibial-Gelenk

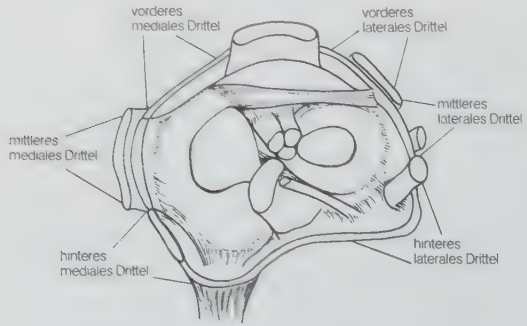
b) Laterales Femoro-Tibial-Gelenk

c) Femoro-Patellar-Gelenk.

Im Kniegelenk sind Bewegungen in allen drei Ebenen des Raumes möglich, eine Beuge-Streck-Bewegung, eine Rotation, eine seitliche Wackelbewegung im Sinne der Ab- und Adduktion.

Die Gelenkrollen des Oberschenkels passen sich nur unvollständig in die Gelenkflächen des Tibiakopfes ein. Eine knöcherne Führung besteht nicht. Die Inkongruenzen werden durch die zwei Menisci nur gemildert. Die aktive und passive Stabilisierung des Kniegelenks erfolgt durch Muskeln, Bändern und Kapsel (VOSS, HERLINGER 1975).

Die stabilisierenden Elemente werden heute nach allgemeiner Auffassung in fünf Komplexe eingeteilt, in einen medialen, lateralen, zentralen, dorsalen und ventralen Komplex.



Komplexeinteilung bei Aufsicht auf das Tibiaplateau (nach MUHR-WAGNER).

II. 1. Medialer Komplex

Wir unterscheiden zwischen stabilisierenden und dynamisch sichernden Elementen. Sie setzen sich wie folgt zusammen:

Statische Elemente

a) Mediales Seitenband (bestehend aus einer oberflächlichen und tiefen Schicht).

b) Hinteres Schrägband ("posterior obliqué Ligament")

c) Mediales Retinakulum

d) Mediale Gelenkkapsel mit hinteren Kapselbändern

e) Vorderes und hinteres Kreuzband

f) Medialer Meniskus

g) Medialer Gelenkkörper von Femur und Tibia.

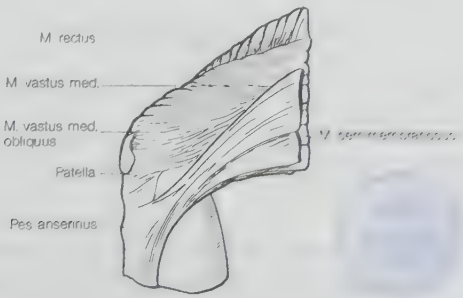
Dynamische Elemente

a) Musculus semimembranosus

b) Pes anserinus, bestehend aus Musculus sartorius, Musculus gracilis und semitendinosus

c) Vastus medialis

d) Medialer Kopf des Musculus gastrocnemius.



Muskulatur der medialen Seite des Kniegelenkes
(nach MUHR - WAGNER)

Das mediale Seitenband verläuft vom Femurcondylus zur medioventralen Tibia. Bei Beugung im Kniegelenk steht der vordere Anteil des medialen Seitenbandes unter Zug, während der hintere Anteil entlastet ist. Nach WARREN, MARSHALL (1979) und HERTEL (1980) stellt es das primär stabilisierende Element der Medialseite des Kniegelenks gegen Valgusstreß und Außenrotation dar.

II. 2. Lateraler Komplex

Auch hier erfolgt Einteilung in statische und dynamische Strukturen:

Statische Strukturen

a) Tractus iliotibiales

b) Laterales Seitenband

c) Laterale Gelenkkapsel mit dorsalen Kapselbändern

d) Ligamentum arcuatum

e) Vorderes und hinteres Kreuzband

f) Lateraler Meniskus

g) Lateraler Gelenkanteil von Femur und Tibia.

Dynamische Strukturen

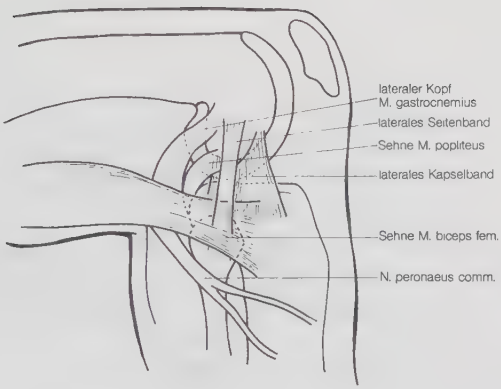
a) Musculus biceps femoris

b) Musculus popliteus

c) Lateraler Kopf des Musculus gastrocnemius mit Musculus plantaris longus

d) Tractus iliotibiales.

Das laterale Seitenband verläuft vom lateralen Femurcondylus zum Fibulaköpfchen ohne Verbindung zur Gelenkkapsel, wo hingegen das laterale Kapselband mit der Meniskusbasis verwachsen ist.



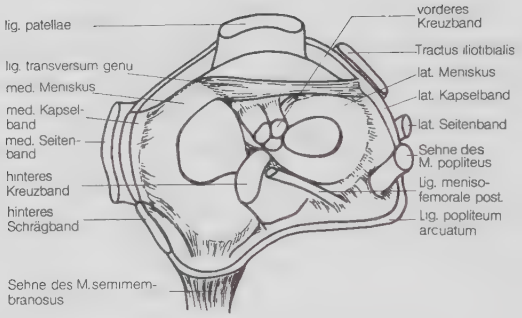
Muskel- und Bandstrukturen der Lateralseite des Kniegelenks (nach MUHR - WAGNER).

II. 3. Zentraler Komplex

Der zentrale Komplex setzt sich aus den beiden Kreuzbändern und den Menisci zusammen.

a) Vorderes Kreuzband

Es entspringt an der Area intercondylaris anterior tibiae und inseriert halbkreisförmig an der medialen Fläche des lateralen Femurcondylus. Wir unterscheiden zwei Anteile, den anterior medialen und den posterior lateralen Anteil. Ein arterieller Ast der Arteria genicularis media erreicht das vordere Kreuzband von dorsal her im oberen Drittel und versorgt es bis zu tibialen und femoralen Ansatz (PFAB 1927, SCAPENELLI 1968, FISCHER u.Mitarb. 1978).



Aufsicht auf das Tibiaplateau (nach MUHR - WAGNER).

b) Hinteres Kreuzband

Es entspringt vom hinteren Anteil der Eminentia intercondylaris und zieht an die dorsale Innenseite des medialen Femurcondylus. Es ist deutlich kräftiger als das vordere Kreuzband. Die Blutversorgung erfolgt aus vier Arterien. Beide Kreuzbänder sind intraartikulär, aber extrasynovial gelegen, da sie entwicklungsgeschichtlich von hinten in die Fossa intercondylarius eingetreten sind und die Membrana synovialis mitgenommen haben (BENNINGHOFF, GOERTTLER 1968).

Die Vorderhörner beider Menisci sind durch das Ligamentum transversum genus verbunden. Vorder- und Hinterhörner beider Menisci sind in der Area intercondylica anterior und posterior angeheftet. Die Außenränder der Menisci sind mit der Gelenkkapsel verwachsen.

II. 4. Dorsaler Komplex

Statische Elemente:

a) Hintere Gelenkkapsel

b) Ligamentum popliteum oblicuum

c) Ligamentum arcuatum

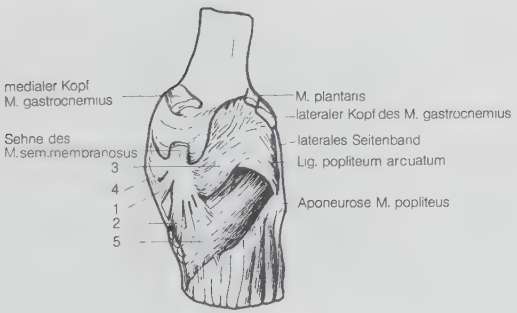
d) Hinteres Kreuzband

e) Hinterhörner der Menisci.

Dynamische Stabilisatoren:

a) Musculus popliteus

b) Musculus gastrocnemius mit Musculus plantaris longus.



Dorsale Gelenkkapsel mit den fünf Auffächerungen des Musculus semimembranosus (nach MUHR - WAGNER).

II. 5. Ventraler Komplex

Statische Stabilisatoren

a) Vorderes Kreuzband

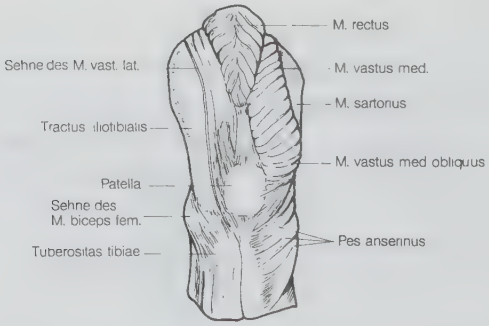
b) Mediale und laterale vordere Gelenkkapsel mit den Retinacula

c) Vorderer Gelenkraum mit vorderem Anteil der Menisci, Gelenkkörper von Femur, Tibia und Patella.

Aktive Stabilisatoren

a) Musculus quadrizeps femoris mit Patella und Ligamentum patellae

b) Die seitlichen Retinacula als sogenannter Reserve-Streck-apparat, sie ziehen von dem distalen Anteil des Musculus vastus medialis und lateralis zur Tibia.

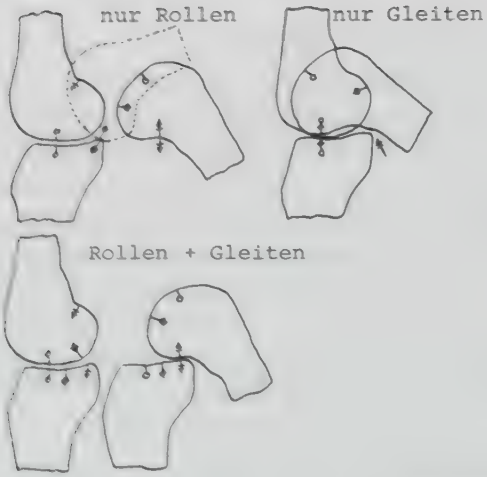


Frontalansicht des Kniegelenks (nach MUHR - WAGNER).

III. Funktionelle Anatomie und Biomechanik

III. 1. Knöcherne Führung

Nur unvollständig trägt die knöcherne Führung zur Stabilisierung des Kniegelenkes bei. Die walzenförmigen Femurcondylen entsprechen mit der ventral liegenden rinnenförmigen Fascies patellaris und der dorsal sich anschließenden Fossa intercondylaris technisch gesehen dem Segment einer Riemenscheibe. In die Rinne dieser Riemenscheibe greift die Eminentia intercondylaris der Tibia und in ihre gedachten Verlängerung der firstartige Wulst der Patellagelenkfläche ein. Damit ist eine Seitabweichung der in beiden Ebenen konvexen Femurcondylen auf den relativ flach ausgekehlten Tibiagelenkflächen knöchern weitgehend verhindert (WIRTH, JÄGER, KOLB 1984). Die Rotationsmöglichkeit des Kniegelenks ist durch das zapfenförmige Herausragen der Eminentia intercondylaris tibiae in das Zentrum der Facies articularis superior tibiae gegeben. Nach FISCHER (1907), WIRTH und ARTMANN (1974), BARTHEL und SCHWEIBERER (1975) bilden im seitlichen Schnittbild die Knorpelflächen des medialen und lateralen Femurcondylus unterschiedlich großen Spiralen, die sich nach hinten einrollen. Es gibt somit keine einheitliche Krümmungsachse. Während die mediale Gelenkfläche bikonkav ist, stellt sich die laterale Gelenkfläche in der Frontalebene konkav und in der Saggitalebene konvex dar. Daraus ergibt sich, daß, entsprechend den verschiedenen Krümmungsverhältnissen der medialen und lateralen Gelenkanteile, die Gelenkbewegung für beide verschieden ist. Die Beuge- und Streckbewegung im Kniegelenk stellt man sich heute als eine Roll-Gleitbewegung vor.



Kollisionsintegration zwischen Femur und Tibia
(nach A. MÜLLER 1977)

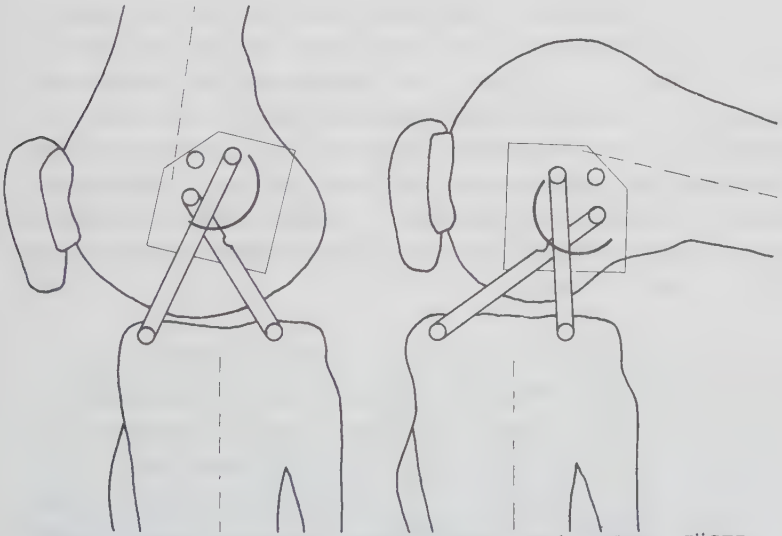
Am Anfang der Kniebeugung überwiegt die Rollbewegung, bei weiterer Beugung die Gleitbewegung. Bei einem Beugewinkel von 10 bis 15° medialseitig und bei einem Beugewinkel von 20 - 30° lateralseitig geht die Rollbewegung am Kniegelenk in eine Gleitbewegung über (WIRTH und ARTMANN 1974, HERTEL und SCHWEIBERER 1975). Das bedeutet eine längere anfängliche Abrollbewegung lateral als medial. Entsprechend hierzu ist die Rückführung der Schlußrotationsstellung der Tibia bei voller Streckung in eine Mittelstellung bei Beugung zu sehen. Infolge der Schlußrotation der Tibia am Ende der Streckung entsteht man eine Außenrotation von ca. 10°. Nach FICK (1911) und MENSCHIK (1974) hängt sie vom Bandsystem des Kniegelenks ab. BRÄSS (1973) macht auch die Form der Gelenkflächen für diesen Vorgang verantwortlich.

III. 2. Ligamentäre Führung

Kreuz- und Seitenbänder verbinden Oberschenkel und Schienbein. Daraus resultiert eine geführte Gelenkbewegung. Nach KNESE (1950) wird das Kniegelenk heute als ein Getriebegelenk betrachtet.

III. 2. 1. Viergelenkkettensystem

KNESE (1950) hat als erster die Bewegung des Kniegelenks als einen Getriebemechanismus mit wandernder Drehachse beschrieben. Die Drehachse wird als Rastpullkurve bzw. als Gangpolkurve aufgezeichnet, je nachdem welcher Gelenkanteil sich bewegt.



Viergelenkkettensystem (modifiziert nach WIRTH, JÄGER, KOLB 1984)

Läßt man die Schlußrotation außer Betracht, so kann man das Kniegelenk modellmäßig zu einer geschlossenen ebenen kinematischen Viergelenkkette gestalten. Eine weitere Voraussetzung für dieses Modell ist die volle Entfaltung der Kreuzbänder in jeder Bewegungsphase des Kniegelenks. Nach MENSCHIK (1974) ermöglichen die Seitenbänder den räumlichen

Zwangsablauf der Bewegung in einer Ebene. Somit entspricht der Drehpunkt des Kniegelenkes bei verschiedenen Beugestellungen den jeweiligen Kreuzungspunkt der Kreuzbänder und die Aufzeichnung der verschiedenen Kreuzungspunkte den Polkurven.

III. 2. 2. 0. Spannungsverhalten der Hauptbänder des Kniegelenkes

Vorderes, hinteres Kreuzband, Innen- und Außenband kontrollieren die Gelenkbewegungen in drei Ebenen des Raumes. Die Spannungsverhältnisse jedes einzelnen Bandes sind im Bewegungsablauf verschieden.

III. 2. 2. 1. Innenband

Der mittlere Anteil des Innenbandes weist bei Dehnungsmessungen und im Fadenmodell Spannungsmaxima bei voller Streckung und Beugung von 50 - 80° auf. Der Vorderrand des Innenbandes spannt sich bei zunehmender Beugung, der Hinterrand bei zunehmender Streckung. Außenrotation und Valgusstreß erhöhen die Bandspannung, keinen Einfluß haben Varusstreß und Innenrotation, FICK (1911), HORWITZ (1939), KNESE (1950), WARREN u. Mitarb. (1974), BARTEL u. Mitarb. (1977), WIRTH u. KÜSSWETTER (1980) und HERTEL (1980).

III. 2. 2. 2. Vorderes Kreuzband

Ein Spannungsmaximum zeigt der anteromediale Teilzug des vorderen Kreuzbandes bei Überstreckung und 70° Beugung. Varusstreß und Innenrotation bei Beugung erhöhen deutlich die Spannung. Sie erniedrigt sich bei Valgusstreß und Innenrotation. Verschiedene Vermessungen von Teilzügen des vorderen Kreuzbandes ergaben, daß anteilig immer mehrere Fasern bei jeder Gelenkstellung unter Spannung stehen. Ein Maximum ergab sich bei voller Streckung und bei Beugung von über 100°. Der Eminentia intercondylica wird bei zunehmender Beugung (über 100°) die Rolle eines Hypomochleons zugesprochen FICK (1911), BRANTEGAN und VOSHELL (1941), KNESE (1950, CASTAING (1972), BURRI u. Mitarb. (1974), KENNEDY u. Mitarb. (1974), ARTMANN und WIRTH (1974), HERTEL (1980) und

FRANCE u. Mitarb. (1983).

III. 2. 2. 3. Hinteres Kreuzband

Von Streckung bis 60° Beugung ist der antero-laterale Anteil des hinteren Kreuzbandes mäßig gespannt. Bei weiterer Beugung erfolgt zunehmende Spannungserhöhung. Varus- und Valgusstreß, Innen- und Außenrotation beeinflussen das Spannungsverhältnis nur unwesentlich. Untersuchungen ergaben, daß das hintere Kreuzband als Hauptstabilisator des Kniegelenks wirkt, es zeigt, unabhängig von den verschiedenen Belastungen, immer einen annähernd gleichbleibenden Spannungszustand, während Innenband und vorderes Kreuzband empfindlich auf verschiedene Belastungen reagieren (JONES und SMITH 1913, LENGGENHAGER 1940, STEINDLER 1955 und HERTEL 1980).

III. 2. 2. 4. Außenband

Spannungsmaximum zeigt sich bei Überstreckung. Bei zunehmender Beugung kommt es zu einem kontinuierlichen Spannungsverlust. Varusstreß und Innenrotation führen zu einem Spannungsverlust bei 50° Beugung. Valgusstreß und Außenrotation führen zu einem zweiten Spannungsmaximum bei ca. 90° Beugung (HERTEL 1980).

III. 3. Muskuläre Führung

Der Musculus quadrizeps femoris bildet zusammen mit dem Musculus tensor fasciae latae den Hauptstrecker des Kniegelenks. Die Kniebeugemuskeln fungieren auch als Rotatoren. Die Kraftwirkung der Strecker ist ca. dreimal so hoch wie die der Beuger. Außen- und Innenrotatoren sind annähernd gleich kräftig. Die Muskulatur sichert die aktive Stabilität des Kniegelenks, unterstützen die vier Hauptbänder des Kniegelenks und sichern sie gegen Überbeanspruchung. Im einzelnen entlastet die Streckmuskulatur das hintere Kreuzband und die Collateralbänder, die pes anserinus Muskeln und der Musculus semimembranosus das Innenband und den dorso-medialen Eckpfeiler mit Hinterhorn des Innenmeniskus, die beiden Bäuche des Musculus gastrocnemius den dorso-medialen und dorso-

lateralen Eckpfeiler sowie das hintere Kreuzband. Der Musculus popliteus das Hinterhorn des Außenmeniskus sowie die medialen Kniegelenkstrukturen. Der Musculus bizeps femoris und der Tensor fasciae latae das Außenband und den dorso-lateralen Eckpfeiler. Durch das Zusammenwirken aller Beuger und Rotatoren wird das vordere Kreuzband geschützt.

III. 4. Übersicht über die Kontrollfunktion der Kniegelenksstrukturen

Verhinderung der Hyperextension

a) Beide Seitenbänder

b) Beide Kreuzbänder

c) Hintere Kapsel

d) Hinteres Schrägband

e) Vorderhörner der Menisci

f) Beugemuskulatur.

Kontrolle der Hyperflexion

a) Beide Kreuzbänder

b) Hinterhörner der Menisci

c) Muskelbäuche des Musculus gastrocnemius

d) Musculus quadrizeps.

Innenrotationskontrolle

a) Hintere Anteile des medialen Kapselbandes

b) Hinteres Kreuzband

c) Antero-medialer Anteil des vorderen Kreuzbandes

d) Laterale Seitenbänder

e) Laterale Kapselschale

f) Tractus iliotibialis

g) Musculus bizeps femoris

h) Musculus vastus lateralis.

Außenrotationskontrolle

a) Vordere Anteile mediales Kapselband

b) Vorderes Kreuzband

c) Mediales Seitenband

d) Laterales Seitenband

e) Hinterhörner der medialen Menisci

f) Musculus vastus medialis

g) Musculus semimembranosus

h) Pes anserinus - Gruppe

i) Musculus popliteus.

IV. 1. Pathomechanische Aspekte der vorderen Knieinstabilität

Heute geht man von der Vorstellung aus, daß eine Läsion des vorderen Kreuzbandes auf ein Mißverhältnis der Belastungsfähigkeit des biologischen Materials und der tatsächlich erfolgten Belastung zurückzuführen ist. Das Knie ist besonders in Beugestellung gefährdet. Hier kommt es zu einem Wandern der Knieachse nach dorsal, die Kniebänder lockern sich, was zu einer relativen Insuffizienz der seitlichen passiven Stabilisatoren führt.

Bei seitlicher Krafteinwirkung erfolgt zunächst Erregung der Dehnungsrezeptoren der Kniebänder,über spinale Reflexbögen

erfolgt Anspannung der Muskulatur, hauptsächlich des Musculus quadrizeps femoris. Übersteigen die von außen einwirkenden Kräfte die Muskelspannung, kann es zu Verletzungen im Kapsel-Bandapparat des Kniegelenkes kommen (MENGE 1982, HÖRTERER 1982). Der typische Unfallmechanismus für die vordere Kreuzbandruptur ist ein Valgus-Flektions-Außenrotations-Trauma. Im Mannschaftssport wird der Valgusstreß häufig durch Gegnereinwirkung verursacht. Es kommt dabei aber nicht nur zur Ruptur des vorderen Kreuzbandes sondern auch zur Ruptur des medialen Kapselbandes, des medialen Seitenbandes und der dorso-medialen Kapselschale. HÖNIGSCHMID (1893) hat bereits an Leichenextremitäten gezeigt, daß eine forcierte Außenrotation bei rechtwinkeliger Kniestellung zu einer Ruptur des vorderen Kreuzbandes, des medialen Seitenbandes und der Kapsel führen kann. KENNEDY u. Mitarb. (1974) vollzogen das typische Valgus-Flektion-Außenrotations-Trauma an Leichenextremitäten nach. Sie fanden zunächst eine Ruptur des medialen Kapselbandes, dann Riß des medialen Seitenbandes und schließlich eine Ruptur des vorderen Kreuzbandes. WIRTH (1981) hat aufgezeigt, daß bei einer Kniebeugestellung von 90° bei Valgus- und Außenrotationsstreß zunächst die dorso-mediale Kapseleck, das Innenband und zuletzt das vordere Kreuzband reißt. Befindet sich das Knie hingegen in leichter Beugestellung, so reißt bei Valgus- und Außenrotationsstreß zunächst das dorso-mediale Kapseleck, das vordere Kreuzband und erst dann das Innenband. Zu erklären ist dies aus den verschiedenen Spannungsverhältnissen des Kreuzbandes und des Innenbandes bei verschiedenen Kniebeugegraden.

IV. 2. Innenmeniskusschädigung

Besteht eine alte vordere Kreuzbandruptur so zeigt sich, daß die pathologische Außenrotationstendenz der Tibia gegen das Femur sich auf das am dorso-medialen Kapseleck fest angeheftete Hinterhorn des Innenmeniskus auswirkt. Ist es bei der frischen vorderen Kreuzbandruptur nicht zu einer Verletzung des Hinterhornes gekommen, so wirkt sich diese pathologische Außenrotationstendenz auf Dauer schädigend auf das Meniskushinterhorn

aus. W. MÜLLER (1982) hat dargestellt, daß das Hinterhorn des medialen Meniskus als letzte Bremse gegen eine verstärkte Außenrotation der Tibia wirkt. Er zeigt, daß auf Dauer das mediale Hinterhorn dieser Druck- und Schubbelastung nicht standhalten kann und geschädigt wird. In der Literatur finden sich verschiedene Angaben. HART (1982) erklärte, daß er bei frischen vorderen Instabilitäten in nur 27 Prozent der Fälle einen Riß am Meniskushinterhorn fand. Bei der längeren älteren Instabilität dagegen in 90 Prozent. MARSHAL und OLLSON (1971), GILBERTSON (1975), Mc DEVITT u. Mitarb. (1977) sowie POURNARAS u. Mitarb. (1983) belegten die Aussage von HART im Tierversuch. Sie durchtrennten das vordere Kreuzband und fanden im weiteren Verlauf eine Läsion des Innenmeniskushinterhorns. Andere Autoren hingegen (De HAVEN 1980, CLANCY u. Mitarb. 1982, HUGHSTON und BARRETT 1983 sowie PAVLOV u. Mitarb. 1983) zeigten eine Mitbeteiligung des Innenmeniskushinterhorns in 60 - 86 Prozent der Fälle frischer vorderer Kreuzbandrupturen.

IV. 3. Knorpelschaden

Bei der veralteten vorderen Kreuzbandruptur ist, wie oben ausgeführt, die Roll-Gleitbewegung des Kniegelenks auf Dauer gestört. Es kommt zu Abschliffen der Lamina splendens und zur Fibrillation des Knorpels. Ein Kniegelenkserguß tritt häufig auf, und es werden chondrolytische Abbauprozesse in Gang gesetzt. MARSHAL (1969), HULTH u. Mitarb. (1970), ODONOGHOE u. Mitarb. (1971), BOHR (1976) zeigten in verschiedenen Tierspezies die arthroseerzeugende Wirkung einer Knieinstabilität. HACKENBRUCH und WIRTH (1979) veröffentlichten 1979 eine Studie, in der alle Patienten mit unversorgter, durchschnittlich 46 Monate bestehender Instabilität bei primär intakten Gelenken eine Gonarthrose entwickelt hatten.

Gehäuft findet sich auch bei der veralteten vorderen Kreuzbandruptur eine begleitende Chondromalacia patellae. Nach FRANKE u. Mitarb. (1981) besteht eine Häufigkeit von 70,7 %.

V. Material und Methoden

V. 1. Diagnostik

V. 1. 1. Anamnese

Bei der veralteten vorderen Kreuzbandruptur kommt der sorgfältig erhobenen Anamnese große Bedeutung zu. Allein die Kenntnis des Unfallmechanismus läßt auf das Ausmaß der Kniegelenksschädigung schließen. Am häufigsten wird eine forcierte Außenrotation und Abduktion auf das gebeugte Kniegelenk angegeben. Der Patient schildert in der Regel ein Knackgeräusch und einen stechenden Schmerz. Der Untersucher sollte erfragen wann, wo und wie stark die Schmerzen, die Schwellung, die Blutergüsse und die Bewegungseinschränkung waren. Das Hauptaugenmerk muß bei dem Verdacht auf eine veraltete vordere Kreuzbandläsion auf die Frage der Belastungsfähigkeit gerichtet werden. Besteht eine Behinderung im Sport und im Alltag, beim Treppensteigen, beim Sitzen, Stehen oder Knien? Kommt es dabei zu einem Knacken oder Schnappen des Kniegelenkes, besteht eine Schwellneigung oder sogar ein Schwächegefühl des Kniegelenkes ("giving-way"-Syndrom nach CAMBELL 1939). Weiterhin müssen vorangegangene Knieoperationen gewürdigt werden.

V. 1. 2. Klinische Untersuchung

Sie besitzt in der Diagnostik des frischen und veralteten Kapsel-Bandschadens des Kniegelenks den höchsten Stellenwert. Eine sorgfältig erhobene Anamnese und eine ebenso genaue klinische Untersuchung führt bereits zur korrekten Diagnose. (HOGHSTON u. Mitarb. 1974, COTTA und GRAHL 1978, HEPP u. Mitarb. 1979, MURR und WAGNER 1981, HACKENBRUCH und HENCHE 1981, W. MÜLLER 1982, WIRTH, JÄGER und KOLB 1984).

V. 1. 2. 1. Inspektion

Das Gangbild des zu untersuchenden Patienten ist sorgfältig zu beobachten (Hinken, Gehstützen usw.). Schwellung und

Ergüsse können bei der veralteten Knieinstabilität auftreten. Besonders wichtig ist die Beachtung der Beinachsen, da z. B. bei einer ausgeprägten X-Beinstellung ein dauerhafter Erfolg einer Kreuzbandplastik nicht zu erwarten ist (WIRTH, JÄGER, KOLB 1984). Gleiche Beachtung verdient eine allgemeine Bindegewebsschwäche. Der Zustand der Oberschenkelmuskulatur, insbesondere des Musculus vastus medialis, muß beurteilt werden, da eine Verminderung des Muskeltonus, der Muskelkraft und des Muskelumfanges die Möglichkeiten der operativen Wiederherstellungsmaßnahmen einschränken.

V. 1. 2. 2. Palpation

Diese dient beim alten Knieschaden dem Nachweis eines Reizergusses. Wie oben erwähnt wird die Chondromalacia patellae häufig gefunden. Sie verursacht subjektiv beim Patienten ebenfalls ein Gefühl des "giving way", sie muß daher differentialdiagnostisch von der veralteten vorderen Kreuzbandruptur unterschieden werden. Die lokale Druckempfindlichkeit im inneren oder äußeren Gelenkspalt sowie die Meniskuszeichen weisen auf eine eventuelle Meniskusbeteiligung hin.

V. 1. 2. 3. Funktionsprüfung

Nach Beurteilung der Durchblutung, Motorik und Sensibilität der betroffenen Extremität wird die aktive und passive Beweglichkeit geprüft. Das Bewegungsausmaß wird nach der Neutral-0-Methode angegeben. Eventuell auftretende Gelenkblockierungen können Ursache einer veralteten Meniskusläsion, freier Gelenkkörper und Fasern eines gerissenen vorderen Kreuzbandes sein (HOLZ und WELLER 1977).

V. 1. 2. 4. Stabilitätsprüfung

Für diese Prüfung gelten folgende allgemeine Voraussetzungen:

a) Immer im Vergleich zur gesunden Seite

b) Untersuchung in Ruhestellung auf einer Liege, die von drei Seiten frei zugänglich ist

c) Untersuchungsbeginn am gesunden Gelenk

d) vorsichtiger Beginn der Prüfung mit zunehmender Intensität.

V. 1. 2. 4. 1. Einteilung der Instabilität nach Schweregraden

Hierfür hat sich die Standard-Nomenklatur der Sportverletzung des Komitees für sportmedizinische Aspekte (AMA USA 1968, HUGHSTON und EILERS 1973, NOESBERGER 1975, VOX u. Mitarb. 1980, MURR und WAGNER 1981, W. MÜLLER 1982 und JÄGER, WIRTH, KOLB 1984) bewährt:

leicht	1 +	+	3 - 5 mm
mittel	2 +	++	5 -10 mm
ausgeprägt	3 +	+++	größer als 10 mm.

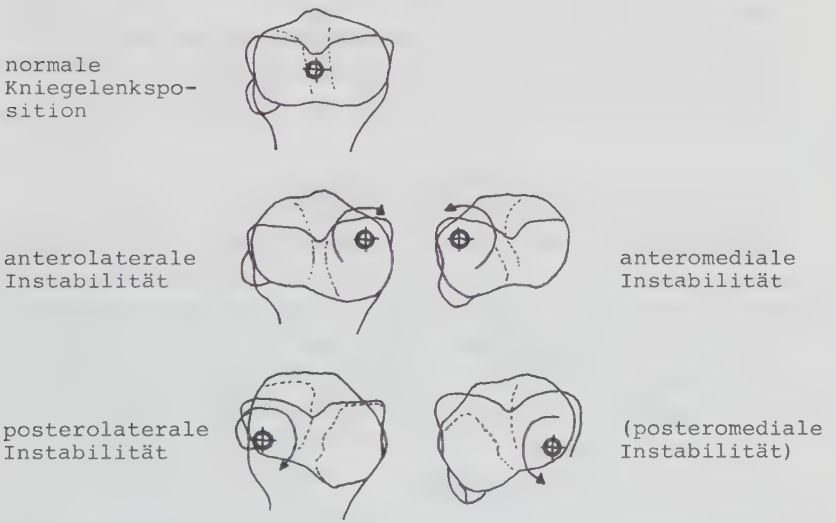
V. 1. 2. 4. 2. Anatomische Einteilung

Einfache Instabilitäten (in nur einer Bewegungsebene)
Mediale Instabilität
Laterale Instabilität
Vordere Instabilität
Hintere Instabilität.

Rotationsinstabilitäten (in zwei Bewegungsebenen mit Verschiebung der Rotationsachse)
Die antero-mediale Instabilität
Die antero-laterale Instabilität
Die posterior-laterale Instabilität (posterior-mediale Instabilität).
Nach HUGHSTON u. Mitarb. (1976) entspricht die posterior-mediale Rotationsinstabilität definitionsgemäß nicht diesem Begriff, weil das hintere Kreuzband mit verletzt sein muß. Somit ist eine Rotationsbewegung um das hintere Kreuzband nicht mehr möglich. Die antero-mediale Instabilität wird lt. O'DONOGHUE (1950) durch eine Kombinationsverletzung vom medialen Seitenband, medialen Meniskus und vorderen Kreuzband hervorgerufen. Diese Verletzung wurde von ihm als sogenannter "Unhappy triad" benannt.

Kombinierte Instabilitäten (in zwei oder mehr Bewegungsebenen)
Antero-mediale-/ antero-laterale Instabilität
Antero-laterale-/ posterior-laterale Instabilität
Antero-mediale-/ posterior-mediale Instabilität
Antero-mediale-/ posterior-laterale Instabilität.
Nach Kniegelenksluxation spricht man von totaler Instabilität.

Die verschiedenen rotatorischen Instabilitäten nach NICHOLAS.



V. 1. 2. 4. 3. Klinische Gradeinteilung

Die veraltete vordere Kreuzbandruptur wird am häufigsten als antero-mediale Rotationsinstabilität vorgefunden. Um eine Standardisierung und vergleichende Beurteilung zu ermöglichen ist von mehreren Autoren eine Einteilung in drei Schweregrade vorgenommen worden (HUGHSTON u. Mitarb. 1976, KENNEDY 1978, ANDREWS 1981, NOESBERGER 1981, W. MÜLLER 1982, JÄGER, WIRTH, KOLB 1984).

Antero-mediale Knieinstabilität Grad I

Hier sind das dorso-mediale Kapseleck und/oder das Hinterhorn des Innenmeniskus verletzt. Es zeigt sich eine Außenrotationsschublade nach vorn von 1+.

Antero-mediale Knieinstabilität Grad II

Hier findet sich eine Schädigung des dorso-medialen Kapselecks und/oder des Hinterhorns des Innenmeniskus, des medialen Kapselbandes und des vorderen Kreuzbandes. Es zeigt sich in Neutralstellung ein Schubladenzeichen von 1+ und eine Außenrotationsschublade von 2+. Häufig wird dieser Instabilitätsgrad bei veralteter vorderer Kreuzband- und Innenbandläsion angetroffen, wobei eine Stabilität des Innenbandes durch konservative Behandlung erzielt wurde.

Antero-mediale Knieinstabilität Grad III

Hierunter versteht man die klassische antero-mediale Rotationsinstabilität mit Verletzung des dorso-medialen Kapselecks und/oder des Hinterhorns des Innenmeniskus, des medialen Kapselbandes, des medialen Seitenbandes und des vorderen Kreuzbandes. Es findet sich eine vordere Schublade in Neutralstellung von 2+, eine Außenrotationsschublade von 3+ und eine Valgusinstabilität von 2+.

V. 1. 2. 5. Klinische Tests

Zur Beurteilung einer veralteten vorderen Kreuzbandruptur und deren Begleitverletzung haben sich folgende klinische Stabilitätsprüfungen bewährt.

V. 1. 2. 5. 1. Abduktionstest bei 0 Grad Streckung und 20 Grad Kniebeugung

Bei Kniestreckung zeigt der Abduktionstest nur eine vermehrte Aufklappbarkeit von 1+, wenn das Innenband und das innere Kapselband verletzt ist. Dies ist bei der antero-medialen Instabilität Grad III der Fall. Eine stärkere Aufklappbarkeit in dieser Stellung bedeutet eine Ruptur der hinteren Kapsel

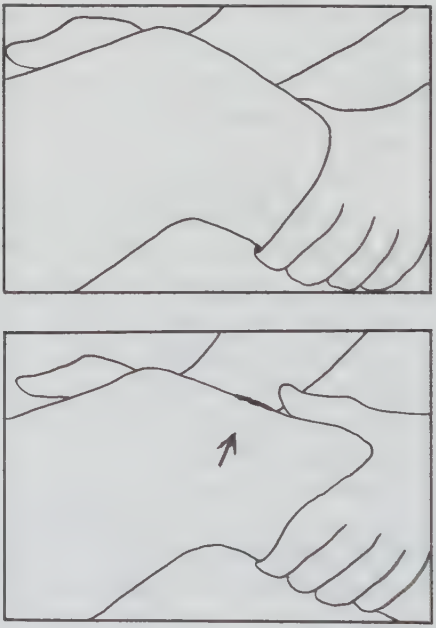
mit gleichzeitiger Ruptur beider Kreuzbänder (W. MÜLLER 1982). Man führt den Abduktionstest zusätzlich in 20° Kniebeugung durch, weil sich hier das Innenband ungehindert prüfen läßt. Bei 20° Beugung ist die dorso-mediale Kapselschale entspannt. Er ist negativ bis gering positiv bei der antero-medialen Knieinstabilität Grad I und II. 2+ ist der Test bei der Rotationsinstabilität Grad III auf Grund der Ruptur oder Elongation des Innenbandes.

V. 1. 2. 5. 2. Schubladentest

Er wird geprüft bei 90° Kniebeugung in Neutralstellung, 30° Außenrotationsstellung und 15° Innenrotationsstellung des Fußes. Dieser Test ist einer der ältesten Zeichen für eine Knieinstabilität. Noch heute wird ein positives vorderes Schubladenzeichen mit einer Ruptur des vorderen Kreuzbandes gleichgesetzt. WIRTH und KÜSSWETTER 1978, JÄGER u. Mitarb. 1980 zeigten, daß die isolierte Ruptur des vorderen Kreuzbandes ein nur geringes vorderes Schubladenzeichen erzeugt, d. h., eine vordere Schublade in 90° Beugestellung weist immer auf eine Läsion des medialen bzw. lateralen Kapselbandapparates hin. Aus diesem Grunde prüft man die vordere Schublade nicht nur in Mittelstellung des Fußes, sondern auch in 30° Außenrotation und 15° Innenrotation. Man spricht dann von Rotationsschublade. Typisch für die antero-mediale Knieinstabilität Grad III ist das positive Schubladenzeichen bei 30° Außenrotation des Fußes. Positives Schubladenzeichen bei 15° Innenrotation spricht für eine Läsion des Tractus ilio-tibialis. Nach W.MÜLLER (1982) bezeichnet man dies als Tetrate. Zusammenfassend läßt sich sagen, daß das vordere Schubladenzeichen in Neutralstellung des Fußes negativ ist bei einer Knieinstabilität Grad I, gering positiv (+) bei Grad II und ++ bei Grad III. Bei 30° Außenrotation des Fußes ist das vordere Schubladenzeichen gering positiv (1+) bei der antero-medialen Knieinstabilität Grad I (++), bei Grad II und (+++) bei Grad III.

v. 1. 2. 5. 3. Lachmann'Test

Hierunter versteht man einen Schubladentest des Kniegelenks bei 30° Kniebeugung. Die rechte Hand des Untersuchers umfaßt den distalen Oberschenkel, die linke den proximalen Unterschenkel in Rückenlage des Patienten und bewegt jetzt im schubladensinne gegeneinander. Fehlt bei dieser Bewegung nach vorn ein harter Anschlag, so liegt eine Ruptur oder Verlust des vorderen Kreuzbandes vor, der Lachmann'Test ist positiv. Bei einem harten Anschlag steht das vordere Kreuzband, kann aber eventuell elongiert sein.



RITCHEY (1960) beschrieb als erster diesen Test. TORG u.Mitarb. (1976) beschrieben ihn als Lachmann'Test. Er führte zur wesentlichen Verbesserung der klinischen Diagnostik. De HAVEN (1980) hat in seiner Arbeit gezeigt, daß der Lachmann'Test eine sichere Aussage über den Zustand des vorderen Kreuzbandes liefert.

V. 1. 2. 5. 4. Pivot-shift Test

Dieser Test eignet sich hervorragend, um eine ältere Läsion des vorderen Kreuzbandes aufzuzeigen. In der Literatur werden mehrere Prüfungsmöglichkeiten angegeben. Allen gemeinsam ist ist Provozierung der Subluxation des lateralen Tibiakopfes mit ruckartiger heftiger Reposition. Pivot-shift Test nach GALWAY u. Mitarb. (1976): Rückenlage des Patienten, das zu untersuchende Bein wird voll gestreckt, die eine Hand des Untersuchers umfaßt den dorso-lateralen Schienbeinkopf und die andere Hand die Ferse. Beim Vorliegen einer Läsion des vorderen Kreuzbandes wird in dieser Stellung der laterale Tibiacondylus gegen den lateralen Femurcondylus nach vorn subluxiert. Man übt jetzt eine valgisierende und innenrotierende Kraft auf das Kniegelenk aus. Dies führt zu einer Fixierung der Subluxationsstellung. Unter Beibehaltung des Valgusstresses wird nun das Kniegelenk gebeugt. So kommt es bei einer Ruptur des vorderen Kreuzbandes zu einer spontanen plötzlichen Reposition der Subluxation bei einem Beugewinkel von 30 - 50°.

Test nach LOSEE u. Mitarb. (1978): Hier wird, umgekehrt zu dem von GALWAY beschriebenen Weg, das Knie aus Beugung unter Außenrotation und Valgusstreß in Streckung gebracht. Kurz vor der vollen Streckung entsteht eine ventrale Subluxation des lateralen Tibiaplateaus.

"Jerk" -Test nach HUGHSTON u. Mitarb. (1976): Das Knie wird hier in einer 90° Beugestellung gehalten. Der Untersucher übt eine innenrotierende und valgisierende Kraft auf das Kniegelenk aus, bringt das Knie in Streckstellung. Dabei zeigt sich bei Läsion des vorderen Kreuzbandes in zirka 30° Stellung eine ventrale Subluxation des lateralen Tibiakopfes. Bei weiterer Streckung kommt es zur ruckartigen Reposition.

Test nach SLOCUM u. Mitarb. (1976): Er führt den Test in Halbseitenlage des Patienten durch. Lagerungsbedingt wird auf das Knie ein Valgusstreß mit Innenrotation und Subluxation des lateralen Tibiacondylus erreicht. Das Pivot-shift Phänomen wird nun ausgelöst durch langsames Überführen des

Kniegelenkes in Beugestellung unter Varusstreß. Zu erklären ist das Pivot-shift Phänomen folgendermaßen: Bei Läsion des vorderen Kreuzbandes kommt es zu einer verlängerten Rollphase des lateralen Femurcondylus auf dem konvexen lateralen Tibiaplateau. Diese Rollphase wird bei 30 - 40° Kniebeugung plötzlich durch ein Zurückschnellen des nach ventral subluxierten Tibiaplateaus unterbrochen. Ursächlich ist der Musculus tractus iliotibialis für diesen Vorgang verantwortlich. Er befindet sich, durch die Subluxation des lateralen Tibiaplateaus verlagert, ventral der Beugerachse und rutscht bei 30 - 40° Kniebeugung plötzlich hinter die Knieachse zurück und zieht dabei das subluxierte Tibiaplateau in seine Normalposition zurück. Dieses Schnapp-Phänomen wurde zuerst von HEY GROVES (1919) und PALMER (1938) beschrieben. Die Aussagekraft dieses Schnapp-Phänomens wird in der Literatur verschieden beschrieben. GALWAY u. Mitarb. (1972), JAKOB und NOESBERGER (1976), van RENS und BOTS (1977) sehen in dem Pivot-shift Test lediglich Zeichen für eine Läsion des vorderen Kreuzbandes. HUGHSTON u. Mitarb. (1976), CABAUD und SLOCUM (1977), HERTEL (1980) sind der Meinung, daß zusätzlich laterale Strukturen des Kniegelenks betroffen sein müssen. JONSON (1979) behauptet, daß zusätzlich das mediale Collateralband teilgeschädigt sein muß.

V.1.3. Röntgendiagnostik

V. 1. 3. 1. Standardaufnahmen

Die Röntgen-Standardaufnahmen des Kniegelenks in zwei Ebenen halten wir für unbedingt erforderlich um Frakturen und knöcherne Ausrisse bei frischen Bandverletzungen zu erkennen (z. B. knöcherner tibialer Kreuzbandausriß). Bei der veralteten vorderen Kreuzbandläsion bzw. antero-medialen Knieinstabilität sind sie besonders wertvoll zur Beurteilung einer beginnenden Kniegelenksarthrose. Weiterhin ist der sogenannte Steida-Pelegrini-Schatten beschrieben, der eine alte Verletzung des Innenbandes am medio-femoralen Ursprung kennzeichnet. Ergänzend hierzu sollten Tangentialaufnahmen der Patella

durchgeführt werden.

V. 1. 3. 2. Gehaltene Röntgenaufnahmen

Die gehaltenen Aufnahmen zur Feststellung einer seitlichen Aufklappbarkeit des Kniegelenkes werden in etwa 20° Kniebeugestellung im a.p.-Strahlengang im Seitenvergleich durchgeführt. Bei der Interpretation der Gelenkspaltverbreiterung muß beachtet werden, daß hier große Schwankungsbreiten vorkommen. Nach JACOBSON (1976) ist erst eine Aufklappbarkeit von mehr als 3 mm zur gesunden Seite als pathologisch zu betrachten. Wir sind der Meinung von W. MÜLLER (1982), "daß gehaltene Röntgenaufnahmen nur einen beschränkten Stellenwert haben, da das Ausmaß der Knieinstabilität durch eine genaue klinische Untersuchung festgestellt werden kann." Es darf aber nicht außer acht gelassen werden, daß gehaltene Aufnahmen für Gericht oder Versicherung eine gewisse Bedeutung haben. Eine Notwendigkeit für gehaltene Aufnahmen sehen wir bei der Bandverletzung des Kindes und Jugendlichen gegeben. Hier ist sie wichtig für die Differentialdiagnose einer Bandruptur oder Epiphysenlösung.

V. 1. 3. 3. Arthrographie

Bei frischen Kapsel-Bandverletzungen am Knie kann die Arthrographie durch Kontrastmittelaustritt einen Hinweis geben. Nach BURRI und MUTSCHLER (1982) ist sie jedoch von untergeordneter Bedeutung. Sie kann lediglich bei veralteten Bandläsionen zur Abklärung einer eventuellen Gleitverletzung der Menisci von Hilfe sein.

V. 1. 3. 4. Computer-Tomographie

PAVLOV u. Mitarb. (1979), REISER u. Mitarb. (1981), CARPF u. Mitarb. (1981) beschreiben die Möglichkeit Kreuzbandläsion durch die Computer-Tomographie zu diagnostizieren. Es bleibt die Frage offen, ob Aufwand und Kosten gerechtfertigt sind, wenn die Diagnose durch sorgfältige Anamnese und eingehende klinische Untersuchung möglich ist.

V. 1. 4. Arthroskopie

Eine Indikation zur Arthroskopie sehen wir in den Fällen, wo die klinische Diagnostik versagt. Dies ist gelegentlich beim stark schmerzhaften Hämarthros der Fall. In 70 % der Fälle von Hämarthros findet sich eine vordere Kreuzbandruptur (De HAVEN 1980, NOYES 1980, JACKSON u. Mitarb. 1980 und MARIANE u. Mitarb. 1982). Einen höheren Stellenwert nimmt die Arthroskopie bei der Beurteilung der veralteten vorderen Knieinstabilität ein. Hier dient sie zur Erfassung und Beurteilung einer evtl. vorhandenen Meniskusläsion, zur Beurteilung eines evtl. bestehenden Knorpelschadens. Eine patientengerechte Operationsplanung ist somit möglich.

V. 2. Therapie

V. 2. 1. Konservativ

Zahllose Puplikationen der letzten Zeit über die veraltete vordere Kreuzbandruptur zeigen, daß die Frage der Therapie der veralteten vorderen Kreuzbandruptur noch nicht geklärt ist und im Blickpunkt des Interesses steht. Die Schwierigkeit der Frage des operativen oder konservativen Vorgehens zeigt sich in einer Mitteilung von MARIANE u. Mitarb. (1982). Es wurden 88 Sportler mit konservativ behandelten vorderen Kreuzbandrupturen 5 - 10 Jahre nach Verletzung nachuntersucht. 20 % waren voll sportfähig, 43 % deutlich im Sport leistungsgemindert, 37 % wurden sekundär operiert.

In der Diskussion wird ausführlich auf die Frage der Indikation zum konservativen und operativen Vorgehen eingegangen, was hier den Rahmen des Kapitelabschnittes sprengen würde.

V. 2. 2. Operatives Vorgehen

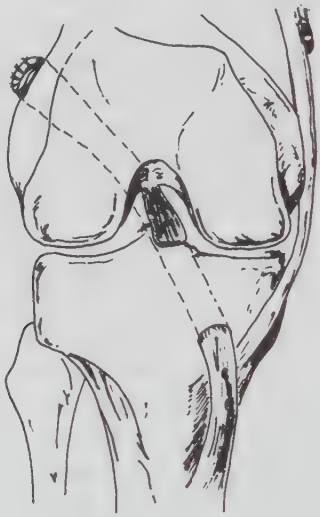
Definitionsgemäß spricht man heute von einer veralteten vorderen Kreuzbandruptur, wenn infolge Schrumpfung des Bandes eine adaptierende Naht nicht mehr möglich ist. Da der Schrumpfungsvorgang individuell verschieden sein kann, schwanken die Angaben über den Zeitpunkt einer nicht mehr möglichen Naht

zwischen 3 Wochen (MATRY 1970, BURRI 1974) und 12 Wochen (O'DONOGHUE 1963, SLOCUM 1974). Für den plastischen Ersatz wird eine Vielzahl verschiedener Methoden unter Verwendung von auto-, homo-, heterolo- oder aloplastischen Transplantaten angegeben. Alle beinhalten einen entscheidenden Nachteil. Sie ahmen die ursprünglich anatomischen Verhältnisse des vorderen Kreuzbandes nur unvollständig nach und erreichen die ursprüngliche Bandfunktion ungenügend.

V. 2. 2. 1. Kreuzbandplastik mit Sehne der Pes anserinus - Gruppe

Die Sehne der Pes anserinus - Gruppe wird am häufigsten zum Kreuzbandersatz herangezogen, insbesondere die Sehne des Musculus semitendinosus (EDWARDS 1926, LINDEMANN 1950, RATHKE 1955, HAOGOSTEN 1956, MITTELBACH und GELBKE 1971, FICAT 1972 und 1975, RAMADEER und BENOIT 1972, SHENNO 1972, WEIGERT und GRONERT 1972, WEIGERT 1973, VIERNSTEIN und KEYL 1973, CHO 1976). Der Hautschnitt erfolgt nach Payr, beginnt medial der Quadrizepssehne kurz oberhalb der Patella, um die Patella medialseitig herumschwingend zur Tuberositas tibiae ziehend. Der Ramus infrapatellaris des Nervus Saphenus sollte nach Möglichkeit geschont werden. Die Sehne des Musculus semitendinosus wird aufgesucht und so weit als möglich nach proximal verfolgt. Sie wird an den Muskelbäuchen abgesetzt und nach distal hin mobilisiert, wobei die Sehne distal gestielt bleibt. Nun wird vom vorderen medialen Schienbeinkopf mit einem 6 mm Bohrer ein Bohrkanal zum tibialen Ansatz des vorderen Kreuzbandes gelegt. Darstellung des lateralen Femurcondylus. Von dort wird ebenfalls mit dem 6 mm Bohrer ein Bohrloch zum femoralen Ursprung des vorderen Kreuzbandes an der dorsalen Innenfläche des lateralen Femurcondylus gelegt. Anschließend wird die Sehne durch den Bohrkanal gezogen und an der Austrittsstelle am lateralen Femurcondylus verankert. Sorgfältige Prüfung der Sehne auf Spannung bei vorsichtiger Bewegung.

Kreuzbandplastik mit distal gestielter Sehne des Musculus semitendinosus.



V. 2. 2. 2. Kreuzbandplastik mit freiem Patellarsehnendrittel

In letzter Zeit wird von immer mehr Autoren der Kreuzbandersatz mit mittlerem freien Patellarsehnendrittel beschrieben (WITTEK 1935, O'DONGHOE 1955, JONES 1963, BRÜCKNER 1966, BROSTRÖM u. Mitarb. 1968, LAM 1968, ALM und GILLQUIST 1974, WIRTH, JÄGER, KOLB 1984). Hautschnitt nach Payr. Nach Spaltung der Bindegewebshülle Darstellung des Ligamentum patellae. Durch zwei Längsincisionen im Faserverlauf wird das mittlere Drittel isoliert. Danach keilförmige Herausmeißelung der knöchernen Ansatzstellen an Patellae und Tuberositas tibiae. Das Transplantat wird an beiden Enden mit Mersilene-Fäden gefaßt. Von der vorderen medialen Schienbeinkopffläche wird ein Bohrkanal zum ursprünglichen Ansatz des vorderen Kreuzbandes gelegt. Darstellung der lateralen Femurcondyle und Bohrung zum femoralen Ursprung des vorderen Kreuzbandes. Jetzt werden die armierten Enden des Transplantates mit Ausziehnähten

in die beiden Bohrkanäle eingeführt, so daß der stärkere mittelständige Patellarsehnenanteil intraartikulär liegt und die entsprechenden endständigen Knochenanteile in die Bohrkanäle zu liegen kommen. Zwei zusätzliche Bohrungen werden V-förmig zu den Bohrkanälen gelegt, um das Verknoten der armierten Enden über dem jeweiligen Knochen zu ermöglichen. Spannungsprüfung des Transplantates.

V. 2. 3. Weitere Operationsmethoden

Distal gestielte Fascia lata als Kreuzbandersatz wird heute nur noch selten verwendet (HEY GROVES 1919, FELSENREICH 1934, CARRELL 1937, CAMPBELL 1939, JANIK 1955, MONTAG 1957, O'DONOGHUE 1963, Mac INTOSH und DARBY 1976). Ebenso selten findet man heute noch die Verwendung des am Vorder- oder Hinterhorn gestielten Meniskus als Kreuzbandersatz (WITTEK 1927, NIEDEREGGER 1954, MONTAG 1957, EIGERT 1973).

Immer mehr in den Blickpunkt rück die Möglichkeit des alloplastischen Kreuzbandersatzes. Mehre Kunststoffarten mit unterschiedlichen Verstrickungs- und Verankerungsarten sind im Tierversuch erprobt worden (JOHNSON 1960, OMROD 1963, SINGLETON 1963, VAUGHAM 1963, BUTLER 1964, LOEFFLER 1964, SALAMON u. Mitarb. 1970, WIRTH 1978, HINKO 1981, CABAUD u. Mitarb. 1982). Auch am Mensch wird durch verschiedene Kunststoffe und Kohlefasern das vordere Kreuzband ersetzt (ROSTRUP, LOKSHINA und TZEYTLINA 1972, KENNEDY und WILLIS 1976, TRILLAT u. Mitarb. 1978, BURRI u. Mitarb. 1983, GÄCHTER u. Mitarb. 1983, JENKINS 1983, JAMES u. Mitarb. 1983, MOCKWITZ und CONTZEN 1983, STROVER 1983).

V. 2. 4. Rehabilitation

V. 2. 4. 1. Immobilisation

Die postoperative Ruhigstellung erfolgt in einem Oberschenkelliegegips in 30° Kniebeugestellung. 14 Tage post operationem Entfernung der Fäden, Anlage eines Gips- oder

Kunststofftutors.

V. 2. 4. 2. Krankengymnastik

Die 6wöchige Ruhigstellung des operierten Kniegelenks führt zu einer Atrophie des Musculus quadrizeps, des Musculus tensor fasciae latae und der ischiocruralen Muskulatur. Mit isometrischen Übungen wird dieser Atrophie entgegengewirkt. Nach Gipsabnahme wird mit isotonischen Bewegungsübungen begonnen, um zu einer raschen Kräftigung der Muskulatur zu gelangen und somit eine Schutzfunktion für den Kapsel-Bandapparat zu erreichen (KLUG 1982). Weder die volle Streckung noch eine Beugung über 70° sollte anfangs forciert werden. Bei zu forciertem Beginn der krankengymnastischen Nachbehandlung könnte es zu einer frühzeitigen Transplantatlockerung kommen (HEIPERTZ 1981), d. h., nach Abnahme des Tutors Beginn mit aktiven Bewegungsübungen mit leicht dosiertem Widerstand bei einer Kniebeugung von 30 - 60°. Zusätzlich sollten unterstützende mobilisierende Patellae- und Oberschenkelmassagen angewandt werden. Vor der zwölften Woche sollte eine Belastung des operierten Kniegelenks nicht begonnen werden. Die Bewegungsausmaße in dieser Phase sollten zirka 10 - 15° Kniestreckung und 110° Kniebeugung betragen. In der 16. Woche ist im allgemeinen mit einer annähernden Bewegungsfreiheit des Kniegelenks zu rechnen. Ist dies erfolgt, kann Vollbelastung erlaubt werden. Besteht noch eine deutliche Bewegungseinschränkung, muß die krankengymnastische Übungsbehandlung weitergeführt werden.

V. 2. 4. 3. Adjuvante Maßnahmen

Als erstes sei hier die Schwellstrombehandlung genannt. Sie bietet die Möglichkeit Kontraktionsdauer und Intensität der Muskelanspannung zu erhöhen und somit der Muskelatrophie entgegen zu wirken (SEGESSER 1978, CURRIER u. Mitarb. 1979, ERIKKSON und HÄGGMARK 1979, KNIGHT 1980, PACHTER u. Mitarb. 1982). Ein weiterer wesentlicher Bestandteil der Nachbehandlung ist die Kryotherapie. Die Kälteanwendung bewirkt neben

einer allgemeinen Entspannung des Patienten und eine dadurch erleichterte Übungsbehandlung, eine Vasokonstriktion, die sich noch unter der Behandlung in eine Vasodilatation umwandelt. Ergußreste werden durch diesen absorptiven Vorgang beschleunigt abgebaut (SCHNITZER 1982). Die antiphlogistische Wirkung der Eisbehandlung darf nicht vergessen werden.
Als letztes sei die Hydrotherapie genannt. Auch sie führt zu einer allgemeinen Entspannung des Patienten und zum subjektiven Wohlbefinden. Anschließende krankengymnastische Übungsbehandlung wird dadurch erleichtert. Schwer mobilisierbare Kniegelenke können unter Verringerung der Schwerkraft im Wasser leichter beübt werden.

V. 2. 4. 4. Sportfähigkeit

Da sich allgemein das Krankengut bei der veralteten vorderen Kreuzbandruptur aus jüngeren Patienten zusammensetzt, die überwiegend teils vor ihrer Verletzung aktiv Leistungs- oder Mannschaftssport betrieben haben, stellt sich die Frage, wann man nach einer Bandplastik eine volle sportliche Belastung erlauben kann. Trotz tierexperimenteller Untersuchungen (JACK 1960, BARFRED 1971, HIRSCH 1974, NOYES u. Mitarb. 1974, CABAUD u. Mitarb. 1979, 1980) ist nicht geklärt, zu welchem Zeitpunkt eine Kreuzbandplastik kräftig genug ist, um einer sportlichen Belastung standzuhalten. Diese Frage ist vom Einzelfall abhängig. Nach KRAHL (1981) gelten folgende Empfehlungen: Nach 8 - 10 Wochen Schwimmen und evtl. Benutzung eines Heimfahrrades, nach 12 - 16 Wochen Gehen, Radfahren, Skilanglauf und Traben, nach 16 - 48 Wochen Sprinten, Springen und Geländelauf, nach einem Jahr Ski alpin, Ball- und Kampfsportarten.

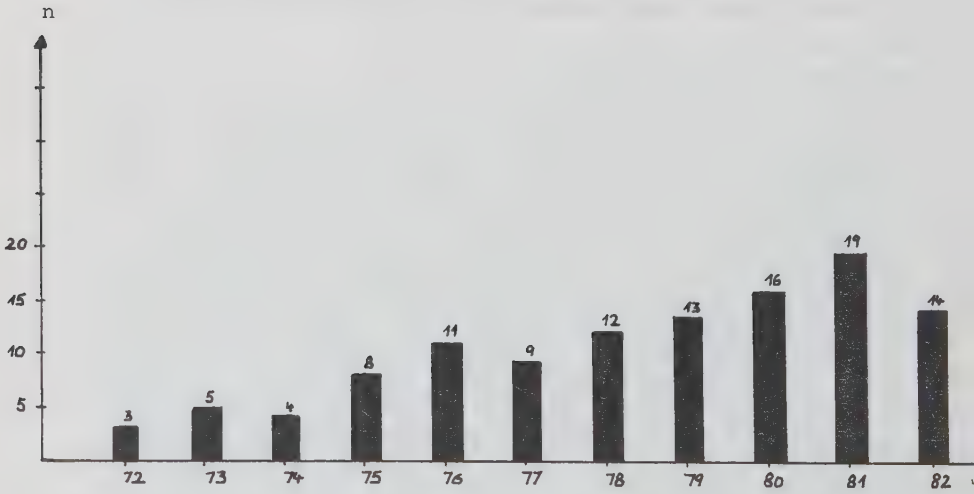
VI. Eigene Ergebnisse

VI. 1. 0. Krankengut

Vom Januar 1972 bis Dezember 1982 wurden in der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der Freien Universität Berlin im Oskar

Helene-Heim 114 Patienten mit einer veralteten vorderen Kreuzbandläsion operativ versorgt. Die Tabelle zeigt die Anzahl der Patienten, die jährlich versorgt wurden. Der Jahresdurchschnitt betrug 10,4 Patienten.

Jahresverteilung der operierten veralteten vorderen Kreuzbandläsionen n = 114



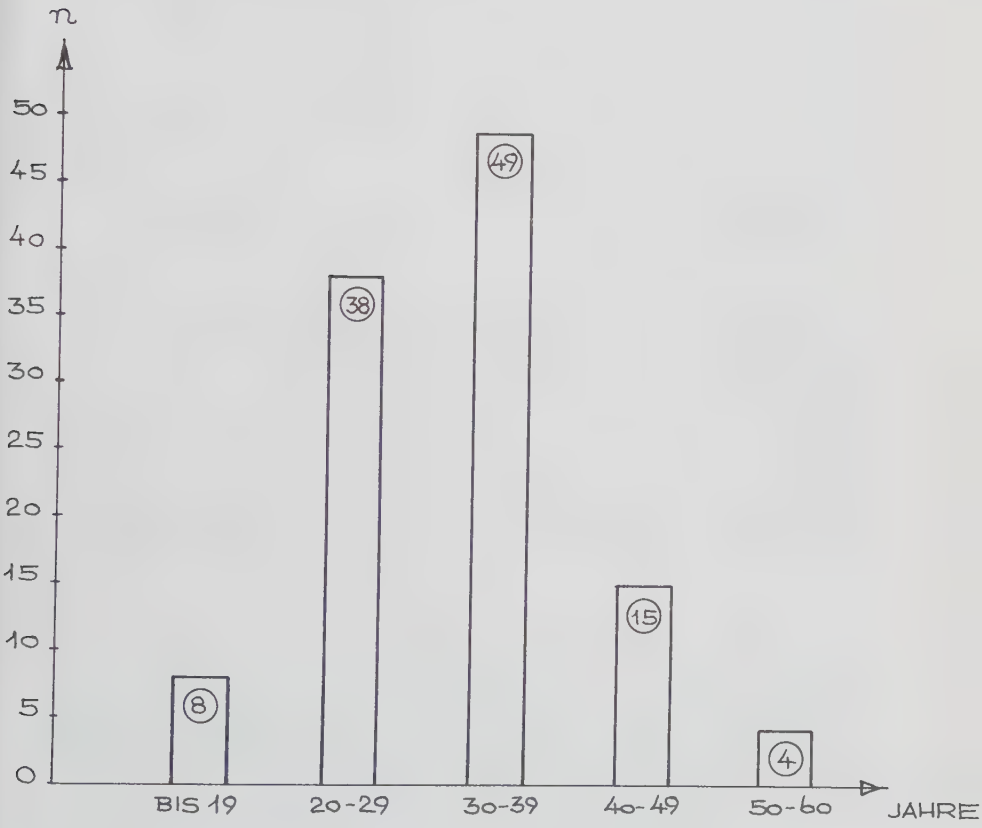
Das rechte Knie war 69 mal (61 %) und das linke Knie 45 mal (39 %) betroffen.

VI. 1. 1. Geschlecht

81 verletzte Patienten waren Männer (73 %), 33 (27 %) Frauen.

VI. 1. 2. Altersverteilung

Der jüngste Patient war 16 Jahre alt und der älteste 56 Jahre. Das Durchschnittsalter betrug 32,3 Jahre. Die Tabelle zeigt die Altersverteilung der Patienten.



VI. 2. Unfallhergang

83 Patienten (73 %) gaben an, sich beim Sport verletzt zu haben. Aufgliederung in die einzelnen Sportarten:

42 Patienten	(37 %)	beim Fußball
15 Patienten	(13 %)	beim alpinen Skilauf
8 Patienten	(7 %)	beim Handball

5 Patienten	(4 %)	beim Schulsport
4 Patienten	(3,5 %)	beim Jogging
2 Patienten		beim Schlittschuhlaufen
2 Patienten		beim Hockeyspiel
2 Patienten		beim Squashspiel
1 Patient		bei Karate
1 Patient		beim Baskettballspiel
1 Patient		bei Trampolin.

15 Patienten (13 %) zogen sich ihre Knieverletzung bei einem Unfall im Haushalt zu:

6 Patienten	stolperten in der Wohnung
5 Patienten	stürzten von der Leiter
4 Patienten	stürzten von der Treppe

8 Patienten	(7 %)	hatten einen Verkehrsunfall:
5 Patienten		Sturz vom Fahrrad
2 Patienten		Sturz vom Motorrad
1 Patient		Sturz als Fußgänger vom Bordstein

6 Patienten (5 %) der Patienten zogen sich ihre Verletzung auf dem Weg zur Arbeit oder an der Arbeitsstelle zu:

3 Patienten	Wegeunfall (1x Motorrad, 2x Fahrrad)
3 Patienten	Sturz auf der Arbeitsstelle

2 Patienten konnten keine Angaben zum Unfallgeschehen machen.

VI. 3. Beschwerden und Befund vor Operation

VI. 3. 1. Beschwerden der Patienten vor Operation

110 (96 %) Patienten klagten über ein Unsicherheitsgefühl beim Gehen und Laufen. 80 (70 %) gaben ein Unsicherheitsgefühl beim Treppensteigen an. 73 (63 %) klagten über eine Schwellneigung des Kniegelenks nach Belastung. 49 (43 %) Patienten fühlten sich bei der Ausübung ihrer Sportart durch

das Unsicherheitsgefühl eingeschränkt. 36 Patienten (32 %) klagten über ein Knacken im Kniegelenk. 34 (30 %) hatten ihre sportliche Betätigung nach dem Unfall aufgegeben.

VI. 3. 2. Voroperation an dem betroffenen Kniegelenk

6 x mediale Meniskektomie
2 x laterale Meniskektomie
2 x extraartikuläre Kniebandplastik nach Nicholas
1 x retropatellare Knorpelglättung bei Chondropathia patellae
1 x Unterfütterungs-OP bei Osteochondrosis dissecans
1 x Operation nach Ali Krogius bei Patellaluxation.

VI. 3. 3. Vorangegangene konservative Behandlung

Auffällig ist die Bagatellisierung der Bandverletzung am Knie durch die Patienten und die behandelnden Ärzte. Von 114 Patienten begaben sich nach dem Unfall nur 65 (57 %) in ärztliche Behandlung. Bei nur 31 (27 %) Patienten wurde das Knie geröntgt. Eine Gipsruhigstellung für 3 Wochen erfolgte bei 12 (11 %) Patienten. Bei 53 (46,5 %) Patienten erfolgte Salbenbehandlung.

VI. 3. 4. Diagnosestellung

Bei einer ausführlichen Anamnese mit Würdigung der Beschwerden der Patienten erfolgte die Diagnosestellung in allen Fällen durch die klinische Untersuchung. Röntgen Standard-Aufnahmen des Kniegelenks in 2 Ebenen wurde in allen Fällen durchgeführt. Gehaltene Röntgenaufnahmen bei 6 Patienten. In 12 Fällen wurde die Arthroskopie zur Beurteilung eines vorhandenen Knorpelschadens eingesetzt. Arthrographie und Computer-Tomographie wurden zur Diagnosestellung nicht herangezogen.

VI. 3. 5. Zeitraum zwischen Unfallgeschehen und Operation

Der Zeitraum zwischen Unfallgeschehen und Operation betrug

im Mittel 1,2 Jahre, der kürzeste Zeitraum 2 Monate, der längste 5 Jahre und 7 Monate.

VI. 4. Intraoperativ erhobene Befunde

VI. 4. 1. Lokalisation der vorderen Kreuzbandläsion

Bei 59 (52 %) Patienten war das Kreuzband am femoralen Ansatzpunkt ausgerissen. Es flottierte als Stumpf im Gelenkraum. 32 (28 %) Patienten zeigten eine Ruptur im mittleren Kreuzbanddrittel mit jeweilig femoralen und tibialen Kreuzbandstümpfen. 8 (7 %) Patienten zeigten einen Abriß an der tibialen Insertionsstelle. Bei 15 (13 %) Patienten fehlte das vordere Kreuzband.

VI. 4. 2. Innenbandläsion

Bei 82 (72 %) Patienten fand sich eine Verletzung des Innenbandes:

64 Patienten zeigten eine Elongation des Innenbandes mit Vernarbung
7 Patienten einen proximalen Innenbandabriß
11 Patienten einen distalen Innenbandabriß.

VI. 4. 3. Meniskusläsion

Diese fand sich bei 94 (82 %) Patienten. Es fand sich im einzelnen:

44 x Hinterhornläsion medial
12 x Korbhenkelriß
29 x Einriß im mittleren Drittel und Vorderhorn mit erheblicher Meniskusdegeneration
8 x Hinterhornläsion des lateralen Meniskus.

VI. 4. 4. Knorpelläsion

51 (46 %) der Patienten zeigten intraoperativ einen Knorpelschaden:

42 x fand er sich retropatellar
11 x in der Belastungszone des medialen Femurcondylus.

VI. 5. Operative Versorgung

VI. 5. 1. Vorderer Kreuzbandersatz

Von 1972 bis Ende 1976 wurde in der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der Freien Universität Berlin im Oskar-Helene-Heim das vordere Kreuzband durch ein Patellarsehnendrittel der Operationsmethode nach JONES (1963) ersetzt. Dies war bei 31 Patienten (27 %) der Fall. Bis Ende 1982 erfolgte der Ersatz des vorderen Kreuzbandes ausschließlich durch die Sehne des Musculus semitendinosus bei 83 Patienten (73 %).

VI. 5. 2. Innenbandläsion

Die bei 82 Patienten angetroffene Innenbandläsion wurde folgendermaßen versorgt:

47 x	(57,3 %)	Raffung des Innenbandes durch Naht
12 x	(14,6 %)	knöcherne Versetzung des Innenbandes nach distal an der Tibia
9 x	(11 %)	knöcherne Versetzung des Innenbandes nach proximal am Femur
8 x	(9,8 %)	Innenbandersatz -Sehne des Musculus gracillis
6 x	(7,3 %)	Innenbandersatz mit lyofilisierter Dura.

VI. 5. 3. Versorgung der Meniskusläsion

Bei 92 Patienten wurde eine Meniskektomie durchgeführt, bei 2 Patienten davon medial und lateral, d. h., daß jeder vorgefundene verletzte Meniskus entfernt wurde:
86 x war es der Innenmeniskus
8 x der Außenmeniskus.

VI. 5. 4. Knorpelschaden

Dieser zeigte sich bei 53 Patienten intraoperativ. In 24 Fällen (45 %) wurde er operativ versorgt:
8 x erfolgte retropatellare Knorpelglättung mit Pridie-Bohrung

10 x erfolgte Knorpelglättung an der Patella ohne Bohrung
6 x Glättung der medialen Femurcondyle.

VI. 6. Nachbehandlung

VI. 6. 1. Dauer des stationären Aufenthaltes

Der stationäre Aufenthalt betrug im Durchschnitt 32,6 Tage, der kürzeste 11, der längste 89 Tage.

VI. 6. 2. Dauer der Immobilisation

Postoperativ erfolgte in allen Fällen die Anlage eines Oberschenkelliegegipsverbandes. Dieser wurde 14 Tage post operationem gewechselt, dabei erfolgte Entfernung der Fäden und Anlage eines Gips- oder Kunststofftutors für weitere 4 Wochen. Bei 8 Patienten wurde auf Grund des intraoperativ vorgefundenen Knorpelschadens ein Bewegungsgips nach BURRI (1974) angelegt. Bei 106 Patienten erfolgte die Entlassung 14 Tage post operationem.

VI. 6. 3. Dauer der krankengymnastischen Übungsbehandlung

105 Patienten (92,1 %) kamen 6 Wochen post operationem erneut zur stationären Aufnahme. 2 Patienten (1,8 %) waren wegen einer Weichteilinfektion in stationärer Behandlung verblieben. Die Dauer der stationären krankengymnastischen Übungsbehandlung betrug 16,7 Tage. Die ambulante krankengymnastische Weiterbehandlung erfolgte nach Angaben der nachuntersuchten Patienten im Durchschnitt 26 Wochen, der kürzeste Zeitraum betrug 4 Wochen, der längste 62 Wochen. Bei 11 (10,6 %) der Patienten war ein Brisement des Kniegelenks in Narkose notwendig. Dies wurde im Durchschnitt 5,4 Monate post operationem durchgeführt.

VI. 6. 4. Zeitraum bis zur Teil- und Vollbelastung

Durchschnittlich wurde nach 13,2 Wochen mit einer Teilbelastung der operativ versorgten Extremität begonnen, der kürzeste

Zeitraum betrug 7 Wochen, der längste 19 Wochen. Eine Vollbelastung war im Durchschnitt 5,6 Monate post operationem möglich, der kürzeste Zeitraum betrug 11 Wochen, der längste 31 Wochen.

VI. 6. 5. Komplikationen

Bei 37 (32,4 %) Patienten kam es in der stationären krankengymnastischen Behandlungsphase zu Schwellungen und Ergußbildung.
Bei 11 (10,6 %) Patienten war eine Narkosemobilisation des Kniegelenkes notwendig.
Bei 2 Patienten (1,8 %) trat eine Sekundärheilung der Operationswunde auf.
Bei 2 Patienten (1,8 %) wurde 6 Monate post operationem eine Arthrolyse durchgeführt.
Weitere Zweiteingriffe konnten nicht ermittelt werden.

VI. 7. Nachuntersuchung

VI. 7. 1. Patientengut

Von den 114 Patienten erschienen 77 (67,5 %) zur Nachuntersuchung. Sie wurden in zwei Gruppen eingeteilt:

Gruppe I - Kreuzbandplastiken mit Patellarsehnendrittel
n = 31

Nur 14 Patienten konnten aus dieser Gruppe nachuntersucht werden (45 %). Trotz intensiver Mithilfe des Einwohner-Meldeamtes konnten nicht alle Adressen der Patienten ermittelt werden. Die Ursache hierfür ist die Bevölkerungsfluktuation in Berlin.
9 Jahre und 3 Monate betrug die durchschnittliche Zeit zwischen Operation und Nachuntersuchung in dieser Gruppe, der längste Zeitraum betrug 11 Jahre und 5 Monate, der kürzeste 7 Jahre und 8 Monate.

Gruppe II - Hier wurden alle Patienten erfaßt, deren vorderes Kreuzband durch die Sehne des Musculus semitendinosus ersetzt wurde.

Von 82 Patienten erschienen 63 (77 %) zur Nachuntersuchung. Der durchschnittliche Zeitraum zwischen Operation und Nachuntersuchung betrug 5,2 Jahre, der kürzeste 2 Jahre, 1 Monat und der längste 8 Jahre und 3 Monate.

VI. 7. 2. Subjektive Beurteilung

In Anlehnung an O'DONOGHUE (1955) wurde ein Fragebogen entwickelt, der vom Patienten vor Beginn der Nachuntersuchung ausgefüllt wurde. Er sah wie folgt aus:

1. Stört Sie Ihr operiertes Kniegelenk?
2. Ist das Kniegelenk so gut wie das andere?
3. Schmerzt es?
4. Ist es locker oder wackelig?
5. Schwillt es an?
6. Scheint es schwach zu sein?
7. Knickt es ein oder schrumpft es?
8. Hindert es Sie in die Hocke zu gehen?
9. Haben Sie Schwierigkeiten beim Treppensteigen?
10. Hindert es Sie bei der Arbeit?
11. Wann haben Sie Ihre Arbeit nach der Operation wieder aufgenommen?
12. Mußten Sie umschulen?
13. Hindert es Sie bei sportlicher Betätigung?
14. Üben Sie Ihre alte Sportart wieder aus?
15. Welche Sportart betreiben Sie jetzt?
16. Seit wann treiben Sie wieder Sport?
17. Sind Sie mit dem Operationsergebnis zufrieden?

Die Antworten im einzelnen:

Zu Frage 1: Stört Sie Ihr operiertes Kniegelenk?
Antworten:
Gruppe 1 4x gelegentlich
Gruppe 2 8x ja.

Zu Frage 2: Ist das Kniegelenk so gut wie das andere?
Antworten:
Gruppe 1 11x mit ja
Gruppe 2 47x mit ja

Frage 3: Schmerzt es?
Gruppe 1 3x ja
Gruppe 2 11x ja bei Wetterwechsel
13x ja bei Belastung

Zu Frage 4: Ist es locker oder wackelig?
Gruppe 1 2x ja
Gruppe 2 9x ja.

Zu Frage 5: Schwillt es an?
Antworten:
Gruppe 1 3x ja
Gruppe 2 16x ja.

Frage 6: Scheint es schwach zu sein?
Gruppe 1 2x ja
Gruppe 2 13x ja.

Frage 7: Knickt es ein oder schrumpft es?
Gruppe 1 1x ja
Gruppe 2 alle Antworten verneint.

Frage 8: Hindert es Sie in die Hocke zu gehen?
Gruppe 1 1x
Gruppe 2 8x mit ja.

Frage 9: Haben Sie Schwierigkeiten beim Treppensteigen?
Gruppe 1 2x ja
Gruppe 2 13x ja.

Frage 10: Hindert es Sie bei der Arbeit?
Gruppe 1 verneint
Gruppe 2 3x ja.

Frage 11: Wann haben Sie Ihre Arbeit nach der Operation wieder aufgenommen?
Gruppe 1 Durchschnitt 6,9 Monate
Gruppe 2 Durchschnitt 5,6 Monate.

Frage 12: Mußten Sie umschulen?
Diese Frage wurde in beiden Gruppen verneint.

Frage 13: Hindert es Sie bei sportlicher Betätigung?
Gruppe 1 7x ja
Gruppe 2 39x ja.

Frage 14: Üben Sie Ihre alte Sportart wieder aus?
Gruppe 1 5x ja
Gruppe 2 15x ja.

Frage 15: Welche Sportart betreiben Sie jetzt?
Gruppe 1 5x alte Sportart (4x Fußball, 1x Skialpinen).
3x Sportart verlagert auf Radfahren und Jogging
6x keinen Sport
In Prozenten ausgedrückt heißt das, daß 43 % der Patienten keiner sportlichen Betätigung mehr nachgehen, 24 % haben ihre Sportart gewechselt, 36 % üben ihre alte Sportart wieder aus.

Gruppe 2 15 Patienten haben ihre alte Sportart beibehalten (8x Fußball, 2x Skialpinen, 2x Squash, 2x Radfahren)
16 Patienten haben ihre sportliche Betätigung auf Schwimmen, Radfahren und Jogging verlagert,
32 Patienten betreiben keinen Sport.

In Prozenten: 24 % üben ihre alte Sportart weiter aus, 25 % haben ihre sportliche Betätigung verlagert und 51 % betreiben keinen Sport mehr.

Frage 16: Seit wann treiben Sie wieder Sport?

Gruppe 1 Von den 57 % der Patienten, die weiter Sport nach ihrer Verletzung betreiben, haben diese Tätigkeit 48 Wochen post operationem wieder aufgenommen,

Gruppe 2 49 % nach 54 Wochen.

Frage 17: Sind Sie mit dem Operationsergebnis zufrieden?

Gruppe 1 12x ja (86 %)

Gruppe 2 51x ja (81 %).

VI. 7. 2. 2. Auswertung des Fragebogens

Auffallend ist die hohe Zufriedenheit der Patienten mit dem Operationsergebnis (Gruppe 1: 86 %, Gruppe 2: 81 %), obwohl in 43 % der Fälle der Gruppe 1 über Beschwerden, Schwellung und gelegentliche Schmerzen in 48 % der Fälle der Gruppe 2 geklagt wird. Kein Patient war gezwungen durch die Operation seinen Beruf aufzugeben oder zu wechseln. Auf die sportliche Betätigung der einzelnen Patienten hatte die Operation jedoch einen deutlichen Einfluß. Nur 36 % der Gruppe 1 und 24 % der Gruppe 2 üben ihre alte Sportart wieder aus. 21 % der Gruppe 1 und 25 % der Gruppe 2 waren in ihrer sportlichen Betätigung nach der Operation eingeschränkt. Nicht mehr sportfähig fühlten sich auf Grund ihrer Verletzung und Operation 26 % der Patienten der Gruppe 1 und 28 % der Patienten der Gruppe 2.

VI. 7. 3. Klinische Nachuntersuchung

VI. 7. 3. 1. Bewertungskriterien

Im Rahmen der klinischen Nachuntersuchung wurde besonders Wert auf Prüfung der Funktion und Stabilität des operierten

Kniegelenks im Vergleich zur gesunden Seite gelegt. Folgende Prüfungen wurden durchgeführt:

a) Prüfung der Beweglichkeit nach der Neutral-0-Methode

b) Umfangsmessung 20 cm oberhalb des medialen Kniegelenkspaltes zur Erfassung einer evtl. Quadrizepsatrophie

c) Abduktionstest in Nullgradstellung des Kniegelenkes und 20° Beugung

d) Schubladen-Zeichen in Rechtwinkelstellung des Kniegelenks bei 0°-Stellung des Fußes, bei 30° Außenrotation und 15° Innenrotation

e) Der Lachmann-Test

f) Das Pivot-shift-Zeichen.

Um mit der Literatur vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, wurde die Bewertung der klinischen Ergebnisse nach dem Schema von O'DONOGHUE (1963) vorgenommen:

Bewertung	Schubladenzeichen 0°, 30°AR, 15° IR)	Beweglichkeit	Aufklappbarkeit seitl.(0° u.30° Kniebeugung)	Quadrizepsatrophie
sehr gut	Ø	frei	Ø	Ø
gut	+	endgradig eingeschränkt	+	weniger als 1 cm
befriedigend	++	mäßig eingeschränkt	++	weniger als 2 cm
mäßig	+++	mittelgradig eingeschränkt	+++	weniger als 3 cm
schlecht	++++	stark eingeschränkt	++++	mehr als 3 cm.

VI. 7. 3. 2. Klinische Nachuntersuchungsergebnisse Gruppe I

Folgende Operationen wurden bei den 14 Patienten durchgeführt:

2 x Ersatz des vorderen Kreuzbandes mit Patellarsehnendrittel

1 x Ersatz des vorderen Kreuzbandes mit Patellarsehnendrittel und Meniskektomie medial

8 x Ersatz des vorderen Kreuzbandes mit Patellarsehnendrittel, Meniskektomie medial und Innenbandraffung

2 x Ersatz des vorderen Kreuzbandes mit Patellarsehnendrittel, Meniskektomie medial und Innenbandplastik mit lyofilisierter Dura

1 x Ersatz des vorderen Kreuzbandes mit Patellarsehnendrittel, Meniskektomie medial und lateral und Innenbandraffung.

Bei 3 Patienten, die sich zur Nachuntersuchung einfanden, bestand also per definitionem eine einfache Instabilität, bei 11 Patienten eine komplexe Instabilität.

Das Bewertungsschema von O'DONOGHUE zeigt die Tabelle:

Bewertung	Anzahl	durchgeführte Operation	Schubladenzeichen b.Rechtwinkelstellung d.Kniegelenks b.Neutralstellung d.Fußes b.30°Außen- u.15° Innenrotation	Beweglichkeit	Abduktionstest b.0°u. 20°Kniebeug.	Quadrizepsatrophie	Lachmann-Test	Pelvetshift-Zeichen
sehr gut	2	vorderer Kreuzbandersatz durch Patellarsehnendrittel	negativ	frei	negativ	0 cm	negativ	negativ
gut	8	bei allen Ersatzplastik d. vord.Kreuzbandes, zusätzlich 1x Meniskektomie med. 6x Meniskektomie med..Innenbandraffung 1x Innenbandplastik mit lyofilisiert. Dura	in Neutralstellung negativ, bei 30°Außenrotation 8x + b.Innenrotat.-	frei	bei 0° - bei 20°Kniebeugung b. 5 Pat. +	0 cm	negativ	negativ
befriedigend	3	vord.Kreuzbandplastik m.Patellarsehnendrittel zusätzl. 1x Meniskektomie u.Innenbandraffung 1x Meniskektomie u.Innenbandplastik m.lyofilis.Dura	bei 0° + bei 30° ++, Innenrotation -	Pat. 1: 0-10-120 Pat. 2: 0-10-130 Pat. 3: 0-5-130	bei 0° bei allen 3 Pat.+ bei 20° ++ bei allen 3 Pat.	1-2 cm	negativ	negativ

Bewertung	Anzahl	durchgeführte Operation	Schubladenzeichen b.Rechtwinkelstellung d.Kniegelenks b.Neutralstellung d.Fußes b. 30°Außen- u.15° Innenrotation	Beweglichkeit	Abduktionstest b.0°u. 20°Kniebeug.	Quadrizepsatrophie	Lachmann-Test	Pelvetshift-Zeichen
schlecht	1	vord.Kreuzbandplastik,Meniskektomie med.u. lat., Innenbandraffung	bei 0° ++ bei 30° +++ bei Innenrot. ++	0-10-120	bei 0° ++ bei 20° +++	4 cm	positiv	positiv

VI. 7. 3. 3. Klinische Nachuntersuchungsergebnisse Gruppe 2

Bei den 63 Patienten der Gruppe 2 wurden folgende Operationen durchgeführt:

9 x Alleiniger Ersatz des vorderen Kreuzbandes durch Sehne des Musculus semitendinosus

6 x Ersatz des vorderen Kreuzbandes durch Sehne des Musculus semitendinosus und mediale Meniskektomie

39 x Ersatz des vorderen Kreuzbandes durch Sehne des Musculus semitendinosus, mediale Meniskektomie und Innenbandraffung

6 x Ersatz des vorderen Kreuzbandes durch Sehne des Musculus semitendinosus, mediale Meniskektomie und knöcherne Versetzung des femoralen Innenbandansatzes nach proximal

3 x Ersatz des vorderen Kreuzbandes durch Sehne des Musculus semitendinosus, mediale Meniskektomie und Innenbandversetzung nach distal.

In 15 Fällen handelt es sich hierbei um eine einfache Instabilität, in 48 Fällen um eine komplexe Instabilität.

Bewertung	Anzahl	durchgeführte Operation	Schubladenzeichen b.Rechtwinkelstellung d.Kniegelenks b.Neutralstellung d.Fußes b.30°Außen- u.15°Innenrotation	Beweglichkeit	Abduktionstest b.0° u. 20°Kniebeug.	Quadrizepsatrophie	Lachmann-Test	Pelvetshift-Zeichen
sehr gut	7	5x alleinige Semitendinosus-Plastik 2x Semitendinosus-Plastik,med. Meniskektomie u. Innenbandraffung	negativ	frei	negativ	0 cm	negativ	negativ
gut	39	4x isolierte Semitendinosus-Plastik 6x Semitendinosus-Plastik u.mediale Meniskektomie 25x med.Meniskektomie u.Innenbandraffung 4x med.Meniskektomie u.knöch.Innenbandversetzung	bei allen Pat.: bei 0° negativ bei 30° Außenrotation + bei 15° IR -	bei 35 Pat. frei bei 4 Pat. 0-0-135	bei allen Patienten negativ	bei 8 Pat. kleiner als 1 cm	negativ	negativ
befriedigend	12	8x Semitendinosus-Plastik, Meniskektomie u.Innenbandraffung 4x Semitendinosus-Plastik, med.Meniskektomie u.Innenbandversetzung	bei 0° + bei 30° Außenrotation + bei IR +	bei 10 Pat. deutliche Beweg.Einschränkung von 0-5-120	bei 0° neg. bei 20° +	bei 10 Pat. 2 cm, bei 2 Pat. 1 cm	negativ	negativ

Bewertung	Anzahl	durchgeführte Operation	Schubladenzeichen b.Rechtwinkelstellung d.Kniegelenks b.Neutralstellung d.Fußes b.30°Außen- u.15°Innenrotation	Beweglichkeit	Abduktionstest b.0° u. 20°Kniebeug.	Quadrizepsatrophie	Lachmann-Test	Pelvetshift-Zeichen
mäßig	5	4xSemitendinosus-Plastik, Meniskektomie u.Innenbandraffung 1xSemitendinosus-Plastik, mediale Meniskektomie u. Innenbandversetzung	bei 0° bei 2 Pat. ++, bei 3 Pat. + bei 30° AR bei 5 Pat. +++ bei IR bei 5 Pat. +	bei 3 Pat. 0-10-120 bei 2 Pat. 0-10-110	bei 0° bei 5 Pat.+ bei 20° bei 5 Pat.++	bei 2 Pat. 2,5 cm bei 2 Pat. 3 cm bei 1 Pat. 3,5 cm	bei 2 Pat.+	bei 2 Pat.+

Faßt man die Untersuchungsergebnisse zusammen, so ergibt sich in der Gruppe 1 bei 71 % sehr gute bis gute Ergebnisse, in der Gruppe 2 71 % sehr gute bis gute Ergebnisse. Zählt man die befriedigenden Ergebnisse hinzu, so ergibt sich in Gruppe 1 ein Prozentsatz von 91 % und in Gruppe 2 von 92 %.

VI. 7. 4. Beurteilung der bei Nachuntersuchung angefertigten Röntgenaufnahmen des Kniegelenks in 2 Ebenen

VI. 7. 4. 1. Bewertungskriterien

Von allen zur Nachuntersuchung erschienenen Patienten wurden Standard-Aufnahmen beider Kniegelenke in 2 Ebenen und eine tangentiale Aufnahme der Kniescheibe angefertigt. Diese wurden mit den präoperativen Bildern verglichen. Das Bewertungsschema wurde in Anlehnung an APPEL (1970) und FISCHER u. Mitarb. (1974) erstellt:

Grad 0 Keine röntgenologischen Veränderungen.

Grad I Initiale Gonarthrose mit angedeuteten Ausziehungen an der Eminentia intercondylaris und den gelenkseitigen Patellapolen.

Grad II Mäßige Gonarthrose mit Ausziehungen auch an den Tibiakonsolen, mäßiger Verschmälerung des Gelenkspaltes und beginnender Abflachung der Femurcondylen. Mäßige subchondrale Sklerosierung.

Grad III Mittelgradige Gonarthrose mit hälftiger Verschmälerung des Gelenkspaltes, deutlicher Entrundung der Femurkondylen, osteophytärer Randwulstbildung an den Tibiakonsolen, der Eminentia intercondylaris, den Innenkanten der Femurkondylen und den gelenkseitigen Patellapolen. Ausgeprägte subchondrale Sklerosierung.

Grad IV Ausgeprägte Gonarthrose: Gelenkdestruktion mit ausgeprägter Verschmälerung bis Aufhebung des

Gelenkspaltes und unruhiger Randkontur. Zystische Veränderungen an Tibiakopf, Femurkondylen und Patella. Subluxationsstellung des Femur gegenüber der Tibia.

VI. 7. 4. 2. Auswertung der Röntgenaufnahmen Gruppe 1, n=14

	präop.Befunde	Nachunters.Bef.	gesunde Seite
Einfache Instabilitäten n = 3	3x Grad 0 1x Grad I	3x Grad I	3x Grad 0
Komplexe Instabilitäten n = 11	2x Grad 0 8x Grad I 1x Grad II	8x Grad I 2x Grad II 1x Grad III	7x Grad 0 3x Grad I 1x Grad II

Bei einem Patienten fand sich eine fortschreitende Arthrose des Kniegelenks (7 %). Auf der gesunden Seite zeigte sich bei 10 Patienten (71 %) keine Arthrose. Bei einem Patienten (entsprechend auch des klinisch schlechten Nachuntersuchungsergebnisses) zeigte sich eine Valgusfehlstellung in beiden Kniegelenken mit entsprechenden Röntgenzeichen. In der Gruppe 1 konnte durch die Kreuzbandersatzplastik ein Fortschreiten der Arthrose nicht verhindert werden. Nur bei einem Patienten zeigte sich das gleiche Arthrosestadium auch 10 Jahre und 2 Monate post operationem.

VI. 7. 4. 3. Röntgenauswertung Gruppe 2, n = 63

	präop.Befunde	Nachunters.Bef.	gesunde Seite
Einfache Instabilitäten n = 15	6x Grad 0 9x Grad I	4x Grad 0 9x Grad I 2x Grad II	10x Grad 0 5x Grad I
Komplexe Instabilitäten n = 48	4x Grad 0 39x Grad I 5x Grad II	2x Grad 0 21x Grad I 25x Grad II	35x Grad 0 13x Grad I

In der Gruppe 2 ist es bei nur 21 Patienten (33 %) zu keinem Fortschreiten der Arthrose gekommen. 45 Patienten (71 %) hatten auf der gesunden Seite keine Arthrosezeichen. Im Vergleich zu den guten Ergebnissen der klinischen Prüfung der Gruppe 1 (93 %) und der Gruppe 2 (92 %) fällt die Röntgenbeurteilung deutlich schlechter aus. In nur 7 Fällen der Gruppe 1 und 33 % der Gruppe ist es zu keinem Fortschreiten der Arthrose gekommen.
Es liegt die Vermutung nahe, da der Untersuchungszeitraum der Gruppe 1 im Mittel 9 Jahre und 3 Monate umfaßt und der der Gruppe 2 nur 5,2 Jahre, daß bei einer weiteren Nachuntersuchung

in 4 Jahren der Gruppe 2 eine Verschlechterung des Ergebnisses eintreten wird. Als eine Hauptindikation für den Ersatz des vorderen Kreuzbandes wird in der Literatur die Verhinderung einer Kniegelenksarthrose durch eine persistierende Instabilität gesehen. Wie die röntgenologische Nachuntersuchung zeigt, kann die Kreuzbandersatzplatik mit dem Patellarsehnendrittel und der Sehne des Musculus semitendinosus nur bedingt einen Ersatz leisten.

VII. Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wird über Therapieergebnisse von 114 Patienten mit veralteter vorderer Kreuzbandruptur berichtet, die in den Jahren zwischen 1972 und 1982 (11 Jahre) in der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der Freien Universität Berlin im Oskar-Helene-Heim behandelt wurden. In dem Zeitraum von 1972 bis 1976 wurde der Kreuzbandersatz nach JONES mit mittlerem Patellarsehnendrittel durchgeführt. Nach 1976 fand die distal gestielte Sehne des Musculus semitendinosus Verwendung. Das Patientengut wurde in 2 Gruppen geteilt. Von Gruppe 1 (Kreuzbandplastik mit Patellarsehnendrittel) konnten 14 Patienten nach einem durchschnittlichen Beobachtungszeitraum von 9 Jahren und 3 Monaten nachuntersucht werden und in der Gruppe 2 (Kreuzbandplastik mit distal gestielter Sehne des Musculus semitendinosus) 61 Patienten nach einem durchschnittlichen Zeitraum von 5 Jahren und 2 Monaten.

VII. 1. Unfallursachen

KENNEDY (1978), W. MÜLLER (1980), FRANKE und SCHULZE (1981), MOCKWITZ und CONTZEN (1980), BURRI, MUTSCHLER (1982), JÄGER, WIRTH, KOLB (1984) sehen übereinstimmend als Hauptursache für eine Kniebandläsion den Sport. Auch in der vorliegenden Arbeit zog sich der Hauptteil der Patienten (73 %) die Verletzung bei sportlicher Betätigung zu. Fußballspiel und Ski alpin waren die meistgenannten Unfallursachen. Nach CONTZEN (1977) kommt es im Fußball, z. B. bei abrupter Überstreckung des Unterschenkels durch Sturz des angreifenden Gegners auf den Oberschenkel des Schußbeines, zu einer vorderen Kreuzbandruptur mit Verletzung der dorsalen Kapselschale. Das Kniegelenk des

Skifahrers ist in der Flexions-Abduktions-Außenrotationsstellung besonders gefährdet. CONTZEN (1977), MENKE, J.H. MÜLLER (1981), W. MÜLLER (1982), JÄGER, WIRTH, KOLB (1984). So kann beim Skilaufen die Verkantung des Bergskis mit Sturz talwärts durch extreme Außenrotation und Abduktion des gebeugten Unterschenkels eine Zerreißung des gesamten medialen Kapsel-Bandapparates mit Abriß des medialen Meniskus und Ruptur des vorderen Kreuzbandes (die sogenannte "unhappy triad") mit bleibender antero-medialer Kniegelenksinstabilität bedingen (CONTZEN,1977). Nach einer Sammelstatistik von FRANKE (1980) betrifft jede vierte Sportverletzung das Kniegelenk.

Häufigkeit der Knieverletzungen in verschiedenen Sportambulanzen (nach FRANKE, 1980)

Sportambulanz-Patienten	15,6 % von 2419	FRINGS, 1980
Sportverletzte	22,1 % von 4817	La CAVA, 1959
Skiverletzte	23,5 % von 4244	TERBICAN, 1963
Sporttraumatologische Rehabilitanten	28,0 % von 5231	BRENKE et al, 1978
Sportambulanz-Patienten	30,0 % von 2728	ROASS ohne O.J.

VII. 2. Diagnosestellung

Die sorgfältige Erhebung der Anamnese und die genaue klinische Untersuchung führte bei 114 Patienten präoperativ zur richtigen Diagnose der veralteten vorderen Kreuzbandruptur. Die gleiche Meinung vertreten HUGHSTON u. Mitarb. (1974), COTTA und KRAHL (1978), HIPP u. Mitarb. (1979), MUHR und WAGNER (1981), HACKENBRUCH und HENCHE (1981), W. MÜLLER (1982), WIRTH, JÄGER, KOLB (1984). Die Aussage dieser Autoren begründet sich auf die Weiterentwicklung der klinischen Diagnostik in den letzten Jahren. So ist ein gutes Beispiel dafür der Abduktionstest. Max LANGE (1971) schrieb in seinem Lehrbuch, daß bei Kniebeugung jedes Kniegelenk wackele und deshalb nur in Kniestreckung das wahre Ausmaß der Innenbandlockerung erkannt werden könne. Heute wissen wir, daß eine Schädigung im dorsomedialen Kapseleck des Kniegelenks durch ein in Kniestreckung

gespanntes intaktes mediales Seitenband überdeckt wird. Erst bei 20° Kniebeugung kommt es zu einer Entspannung des Innenbandes, so erst wird der Weg zur Prüfung des dorso-medialen Kapseleckes frei. Eine starke Aufklappbarkeit (2+, 3+) in Kniestreckung bedeutet immer, neben einer medialen Seitenbandruptur, die Verletzung der hinteren Kapsel bis zur Gelenkmitte mit Ruptur des hinteren, ja evtl. sogar beider Kreuzbänder (W. MÜLLER, 1982; WIRTH, JÄGER, KOLB, 1984). Weiterhin ist die klinische Diagnostik der vorderen Kreuzbandruptur durch Einführung des Lachmann-Testes (TORG u. Mitarb., 1976) entscheidend verbessert worden. Von RITCHEY (1960) wurde dieser Test erstmals beschrieben. De HAVEN (1980), W. MÜLLER (1982) und WIRTH, JÄGER, KOLB (1984) schreiben diesem Test in der klinischen Diagnostik der vorderen Kreuzbandruptur einen höheren Stellenwert zu, als dem vorderen Schubladen-Zeichen in Rechtwinkelstellung des Kniegelenkes. De HAVEN (1980) geht in seiner Aussage soweit, daß er allein auf Grund der Prüfung des Lachmann-Testes in der Lage ist zu beurteilen, ob eine vordere Kreuzbandruptur vorliegt oder nicht. Aber nicht nur zur Frage nach dem Vorliegen einer vorderen Kreuzbandruptur kann der Lachmann-Test herangezogen werden, er erweist sich auch sehr nützlich bei der Beurteilung einer durchgeführten Bandplastik u.liefert eine klare Aussage über den Zustand des Transplantates. In drei Fällen des nachuntersuchten Patientengutes zeigte sich ein positiver Lachmann-Test. Diese Patienten wurden 1983 und 1984 in der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der FU Berlin im Oskar-Helene-Heim arthroskopiert. In zwei Fällen war das Transplantat (Semitendinosussehne) gerissen und atrophiert, in einem Fall fand sich kein Transplantat-Rest (ehemals Patellarsehnendrittel).

Wenn, wie oben aufgezeigt wurde, die Diagnose der vorderen Kreuzbandruptur allein durch Anamnese und klinische Untersuchung zu stellen ist, warum wird dann diese Ruptur übersehen und nicht primär behandelt.
Nach einer Untersuchung von HUGHSTIN u. Mitarb. (1974) sind

drei Viertel aller Patienten nach dem Unfall ohne Stockhilfe gehfähig. Schmerzen treten direkt bei der Verletzung auf, verschwinden aber oft im weiteren Verlauf oder fehlen ganz. Desweiteren ist ein Gelenkserguß oft bei der antero-medialen Instabilität nicht ausgeprägt, denn bei großen Kapseleinrissen kommt es zu einer Drainage des Hämarthros und der Erguß kann ganz fehlen.

Die oben aufgeführten Gründe haben in unserem Patientengut zu einer Fehleinschätzung der Verletzungen durch die Patienten selbst und durch die weiterbehandelnden Ärzte geführt. Von 114 Patienten begaben sich nach dem Unfall nur 65 (57 %) in ärztliche Behandlung. Bei nur 31 (27 %) der Patienten wurde eine Röntgenaufnahme des Kniegelenks angefertigt. Eine Gipsruhigstellung erfolgte bei 12 (11 %) der Patienten für einen Zeitraum von 3 Wochen. Bei 53 Patienten (46,5 %) erfolgte Salbenbehandlung.

VII. 3. Operationsindikation

Die Indikation zum plastischen Ersatz des vorderen Kreuzbandes wird in der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der Freien Universität Berlin im Oskar-Helene-Heim gestellt

1. bei einfachen Instabilitäten und nicht mehr möglicher muskulärer Kompensation

2. bei antero-medialen Rotationsinstabilitäten und nicht mehr möglicher muskulärer Kompensation

3. auch bei der frischen vorderen Kreuzbandruptur, wenn die Verletzungen im ungünstigen mittleren Drittel des Bandes liegen oder ein ausgerissenes Band nicht mehr sicher reinseriert werden kann.

Es muß aber noch einmal darauf hingewiesen werden, daß für die Operationsindikation nicht der objektive Untersuchungsbefund der Instabilität entscheidend ist, sondern vor allem die subjektiven Beschwerden des Patienten. Eine intensive

konservative Behandlung muß immer vorausgegangen sein.

Einschränkungen finden diese Indikationsstellungen

1. von seiten des Lokalbefundes (wünschenswert ist immer die präoperative Arthroskopie)

2. durch die "Person" des Patienten.

Zu 1.:
Lokalbefund des Gelenkes:
Bereits vorhandene ausgedehnte Knorpelschäden und sekundäre degenerative Veränderungen der Gelenke zwingen uns zu großer Zurückhaltung bei der Operation. Gründe dafür sind in der Eigenständigkeit des Degenerationsprozesses im Knorpel zu sehen, der auch nach Ausschaltung des Störfaktors "Instabilität" nicht zur Ruhe kommt (bei Arthroskopie Zunahme des Knorpelschadens, im Röntgenbild Fortschreiten der Arthrose). Ein weiterer Grund ist die postoperative Ruhigstellung des Gelenkes, die zu einem Verlust an Hyaloronsäure und Chondroitinschwefelsäure führt. AKESON u. Mitarb. (1967) berichten über eine Verminderung der Hyaloronsäure und der Chondroitinschwefelsäure von 40 auf 32 % im periartikulären Bindegewebe des Hundekniegelenks nach 9 Wochen Ruhigstellung.

Zu 2.:
"Person" des Patienten
Zu berücksichtigen sind

a) das Alter des Patienten, wobei wir das biologische für wichtiger erachten als das kalendarische

b) die Aktivitätswünsche des Patienten (Beruf, Sport)

c) die zu erwartende Kooperation bei der langwierigen Nachbehandlung.

VII. 4. Operationsmethoden

Alle zum Kreuzbandersatz herangezogenen Operationsmethoden

halten dem Vergleich zum natürlichen Verlauf des vorderen Kreuzbandes nicht stand. Das native vordere Kreuzband besitzt einen flächenhaften fächerförmigen Ansatz und Ursprung am Tibiaplateau bzw. lateralen Femurcondylus. Präparation lassen 2 Hauptbestandteile erkennen, die Pars antero-mediales und die Pars posterio-laterales. Zudem ist das Band um 90° verwrungen.

Auto-, homo-, heterologe und alloplastische Transplantate sind bis heute nicht in der Lage, diese räumliche Anordnung nachzuvollziehen. Sie können nur in der Hauptverlaufsrichtung ausgespannt werden. Die Insertionspunkte müssen so gewählt werden, daß bei intraoperativer Durchbewegung des Gelenkes keine wesentlichen Längenänderungen des Transplantates erfolgen.

Entsprechend finden sich in der Literatur unzählige Operationsmethoden. Hey GROVES (1917) hat als erster den Kreuzbandersatz beschrieben. Als Transplantat verwendete er Fascia lata. Diese verwendeten auch FELSENREICH (1934), CARRELL (1937), CAMPBELL (1939), JANEK (1955), MONTAG (1957), O'DONOGHUE (1963), Mac-INTOSH und DARBY (1976). Am häufigsten werden Sehnen der Pes anserinus-Gruppe zum Kreuzbandersatz herangezogen (EDWARDS, 1926; LINDEMANN, 1950; RATHKE, 1955; AUGUSTINE, 1956; MITTELBACH und GELBKE, 1971; FICAT, 1972 und 1975, RAMADEIR und BENOET, 1972; SHINNO, 1972; WEIGERT und GRONERT, 1972; WEIGERT, 1973; VIRENSTEIN und KEYL, 1973; CHO, 1975). Ebenso oft findet das mittlere Patellarsehnendrittel Verwendung (WITTEK, 1935; O'DONOGHUE, 1955; JONES, 1963; BRÜCKNER, 1966; BROSTRÖM u. Mitarb., 1968; LAM, 1968; ALM und GILLQUIST, 1974). Selten wird das vordere Kreuzband durch am Vorderhorn oder Hinterhorn gestielten Meniskus ersetzt (WITTEK, 1927; NIEDEREGGER, 1954; MONTAG, 1957, WEIGERT, 1973). Weiterhin wird die Verwendung von homologer, lyofilisierter Dura (ALIEFF und SCHALUTIN, 1975), konservierter Känguruh- oder Rindersehnen (BIRCHER, 1931; STERNENANN und VOORHOEVE, 1973) und Seidenfäden (Max LANGE, 1932)

beschrieben. In den letzten Jahren häufen sich Veröffentlichungen über den Ersatz des vorderen Kreuzbandes mit alloplastischen Materialien. Diese Kunststoffe mit unterschiedlicher Verstrickungs- und Vernetzungsart finden immer öfter Verwendung (ROSTRUP, 1964; LOKSHINA und TZEYTLINA, 1972; KENNEDY und WILLIS, 1976; TRILLAT u. Mitarb., 1978; BURRI u. Mitarb., 1983; GECHTER u. Mitarb., 1983; JENKINS, 1983; JAMES u. Mitarb., 1983, MOCKWITZ u. CONTZEN, 1983; STROVER, 1983; WIRTH, JÄGER, KOLB, 1984). Dem Vorteil dieser Kunststoffe als Kreuzbandersatz mit sofortiger Gelenkstabilisierung und frühzeitig möglicher Mobilisierung stehen mehrere Nachteile gegenüber:

1. Auch sie können nicht die native räumliche Anordnung des vorderen Kreuzbandes, wie schon eingangs erwähnt, nachvollziehen.

2. Eine Materialermüdung ist möglich. Durch die Biege- und Wechselbeanspruchung des Bandes kann es zum Bruch kommen.

3. Die Verankerungsformen des Kunststoffbandes genügen noch nicht den biomechanischen Anforderungen (PLITZ und WIRTH, 1981).

Der Ende der 70er Jahre und Anfang der 80er Jahre von SLOCUM und LARSEN (1968, a und b), NICHOLAS (1973) und O'DONOGHUE (1973) aufgezeigte alleinige extraartikuläre Kreuzbandersatz, als sogenannte "dynamische Stabilisierung" (ohne direkte Versorgung der vorderen Kreuzbandruptur), bewährte sich nicht. Ein hoher technischer Operationsaufwand und lange Operationszeiten führten zu zahlreichen Komplikationen. Heute wird diese Operation in Einzelfällen noch bei Leistungssportlern durchgeführt, wobei jedoch intraartikulärer Kreuzbandersatz mit durchgeführt wird (WIRTH, JÄGER, KOLB, 1984).

VII. 5. Operationsergebnisse

Nach Literaturangaben werden Nachuntersuchungsergebnisse veralteter Kapsel-Bandschäden des Kniegelenks mit den eigenen

Nachuntersuchungen vergleichen.

Ersatz durch Ligamentum patellae-Drittel

Autor	ja	Fallzahl	Ergebniseinteilung gut	befriedigend	schlecht
JONES	x 1963	11	10	1	
LAM	x 1968	7	4	2	1
PIETSCH u. Mitarb.	x 1969	35	32	3	
JONES	x 1970	46	30	16	
WEIGERT u. GRONERT	x 1972	9	9		
COUVALCHOUK u.Mitarb.	x 1973	7	5	1	1
WEIGERT	x 1973	11	8	2	1
ALM u.GILLQUIST	1974	123	119		4
LAM	x 1974	40	36	2	2
JÄGER, WIRTH	x 1978	31	18	8	5
Eigene Ergebnisse		14	10	3	1

Ersatz durch Pes anserinus-Sehne

Autor	ja	Fallzahl	gut	befriedigend	schlecht
LINDEMANN	1950	14	11		3
RATHKE	1955	23	19		4
TRILLAT u.RAINAUT	1959	27	26		1
MITTELBACH u.GELBKE	1971	70	54	9	7
FICAT	1972	18	14	2	2
RAMADIER u.BENOIT	1972	26	20	3	3
CHINNO	1972	30	29		1
WEIGERT u.GRONERT	1972	24	23	1	
WEIGERT	1973	24	14	9	1
CHO	1975	7	7		
FICAT u.Mitarb.	1975	52	39	11	2
SCHNEIDER u.REHN	1975	32	23	9	

Autor	ja	Fallzahl	gut	befried.	schlecht
JÄGER u.WIRTH	1978	11	10	1	
Eigene Ergebnisse					
	1984	63	46	17	

Ersatz durch Fascia lata

Autor	ja	Fallzahl	gut	befried.	schlecht
Hey GROVES	1919	12	8	4	
FELSENREICH	1934	11	8		3
CARRELL	1937	7	7		
CAMPBELL	1939	9	7		2
JANIK	1955	20	17	1	2
MONTAG	1957	46	42		4
O'DONOGHUE	1963	29	22	6	1

Ersatz durch Meniskus

Autor	ja	Fallzahl	gut	befried.	schlecht
NIEDEREGGER	1954	30	30		
MONTAG	1957	12	7		5
SMILLEI	1970	20	17	2	1
WEIGERT	1973	8	6	2	
TRILLBERG	1977	45	31	12	2

Ermittelt man den Durchschnitt der guten Operationen der Autoren in der Gruppe, die das Patellarsehnendrittel zum Kreuzbandersatz heranzogen, so ergibt sich ein Durchschnitt von 86 %. Dem stehen die eigenen Ergebnisse der Gruppe I 9 Jahre und 3 Monate nach Operation mit 72 % guten Nachuntersuchungsergebnissen gegenüber. Die Autoren, die den Kreuzbandersatz mit Sehne des Pes anserinus durchführten, erzielten in 79 % der Fälle ein gutes Ergebnis. Dem stehen eigene gute Ergebnisse mit 73 % gegenüber. Eindeutig schlechter fällt die Bewertung der eigenen postoperativen Ergebnisse aus, wenn man die erhobenen klinischen Befunde in das Schema der Gradeinteilung der antero-medialen Kniegelenksinstabilität einteilt.

HUGHSTON u. Mitarb. (1976), KENNEDY (1978), TRILLAT u. Mitarb. (1978), ANDREWS (1981), NOESBERGER (1981), W. MÜLLER (1982), WIRTH, JÄGER, KOLB (1984).

	Gruppe I, n=14	Gruppe II, n=63
Keine Instabilität	2	7
antero-med.Instabilität Grad I	8	39
Grad II	3	15
Grad III	1	2

Das erklärte Operationsziel, die Beseitigung der Knieinstabilität, ist in Gruppe I bei 2 Patienten (14 %) und in Gruppe II bei 7 Patienten (11 %) erreicht worden. Weiterhin fällt auf, daß in Gruppe I die sehr guten Ergebnisse nur bei der isolierten vorderen Kreuzbandruptur ohne Meniskektomie erreicht wurden. Gleiches gilt für Gruppe II. 5mal erfolgte nur der Ersatz des vorderen Kreuzbandes mit distal gestielter Sehne des Musculus semitendinosus. In 2 Fällen, die stabile Verhältnisse zeigten, ist auch eine mediale Meniskektomie und Innenbandraffung durchgeführt worden. In beiden Fällen liegt aber der Zeitpunkt zwischen OP und Nachuntersuchung unter 3 Jahren, bei einem Patienten 2 Jahre und 3 Monate, bei dem anderen 2 Jahre und 7 Monate. Bei den guten Langzeitergebnissen der Gruppe I wurde in keinem der beiden Fälle der mediale Meniskus entfernt. In Gruppe II nur in 2 Fällen. Insgesamt wurde bei 79 % der Gruppe I und bei 86 % der Gruppe II eine mediale Meniskektomie durchgeführt. KAPLAN (1962) hat anatomisch bereits auf die zentrale Rolle des Innenmeniskus für die mediale Kapsel-Bandstabilität hingewiesen. HUGHSTON (1962) sprach sich für die unbedingte Erhaltung des Innenmeniskus zur Stabilitätssicherung des Kniegelenkes aus. WANG und WALKER (1973), W. MÜLLER (1975 und 1982) stellten fest, daß allein die Meniskektomie bei sonst stabilem Kniegelenk eine Außenrotationsvermehrung um etwa 14 % bewirkt. NICHOLAS (1973), HASEEH und WALKER /1976), BARGAR u. Mitarb. (1981), LEVY u. Mitarb. (1982), BALKFORS (1983), SPRINGER

und WIRTH (1983) stellten fest, daß bei fehlendem vorderen Kreuzband es durch die mediale Meniskektomie zu einer Verstärkung des vorderen Schubladen-Zeichens bei leichten Kniebeugegraden kommt. Eine vermehrte Hyperextension kann in diesen Fällen entstehen,und im weiteren Verlauf bildet sich eine Arthrose aus. GUDDE und WAGENKNECHT (1973), HACKENBROCH und WIRTH (1979), SONNEHOLM u. Mitarb. (1981) sprechen sogar davon, daß es auf längere Sicht zu einer zunehmenden Seitenbandlockerung kommen würde. BALKFORS (1983) spricht in seiner Arbeit von dem Innenmeniskus als einen sehr wichtigen stabilisierenden Faktor und ist der Auffassung, daß das vordere Kreuzband lediglich sekundär stabilisierende Wirkung zeigt. HUGHSTON und BARRETT (1983) sind sogar der Meinung, daß die anatomische Struktur, die für ein sehr gutes Ergebnis wesentlich ist, nicht das vordere Kreuzband sei sondern der Meniskus.

Abschließend kann gesagt werden, daß nach eigenen Erfahrungen der Erfolg einer Kreuzbandplastik im wesentlichen von folgenden Faktoren abhängt:

1. Von einer exakten Führung des Bandes, da sonst eine Sofortlockerung noch intraoperativ zustande kommt.

2. Von einer sicheren Verankerung des Transplantates, um die Gefahr einer Frühlockerung in der Gipsnachbehandlung zu vermeiden.

3. Vom biologischen Einbau mit Vaskularisierung und bindegewebiger bandartiger Umstrukturierung unter der physiologischen Funktion. Beim Ausbleiben der biologischen Adaptation kommt es zur Spätlockerung.

4. Von einem evtl. Erhalt des Innenmeniskus.

Bei exakter Operationstechnik spielt unserer Meinung nach das verwendete Material (autolog, alloplastisch) nur eine untergeordnete Rolle.

VII. 6. Ergebnisse der Röntgen-Nachuntersuchung

Als eine Indikation für den Ersatz des vorderen Kreuzbandes sieht man in der Beseitigung der Instabilität und in einem Aufhalten der progredienten Kniegelenkarthrose. Kann dies aber von den heutigen Kreuzbandersatzplastiken geleistet werden?
Nach eigenen Ergebnissen ist dies nicht der Fall. Nur 7 % der Gruppe I und in nur 33 % der Gruppe II konnte kein Fortschreiten der Arthrose festgestellt werden. Dies beruht auf folgenden Ursachen:

1. Langer Zeitraum der bestehenden Kniegelenksinstabilität zwischen Verletzung und Operation (1,1 Jahr durchschnittlich)

2. Die Eigenständigkeit des Degenerationsprozesses im Knorpel, der auch nach Ausschaltung des Störfaktors Instabilität nicht zur Ruhe kommt

3. Die durch die Kreuzbandplastik in nur wenigen Fällen wiedererlangte Stabilität, insbesondere sei hier die verbliebene Außenrotationstendenz der Tibia nach medialer Meniskektomie genannt

4. Die postoperative Ruhigstellung.

Zu ähnlichen Ergebnissen kamen HACKENBROCH jr. und WIRTH (1979), die 32 Patienten mit persistierender Kapsel-Bandinstabilität am Kniegelenk nachuntersuchten. Sie kamen zu folgenden Ergebnissen: Alle primär intakten Gelenke hatten nach durchschnittlich 46 Monaten dauernder Instabilität eine Gonarthrose entwickelt. Die Arthroseentstehung ist proportional der Instabilitätsdauer. Der Instabilitätstyp scheint nicht von entscheidender Bedeutung für die Entwicklung einer Instabilitätsgonarthrose zu sein.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die persistierende Instabilität des Kniegelenkes nach Verletzung des Kapsel-

Bandapparates als präarthrotischer Faktor anzusehen ist.

VII. 7. Nachbehandlung

Eine Umfrage unter 50 Knieexperten in USA, Kanada, England, Frankreich und der Schweiz von PAULUS u. Mitarb. (1961) über die Art der Nachbehandlung bei intraartikulärem Kreuzbandersatz brachte folgende Ergebnisse: Zwei Drittel der Befragten nahmen eine Gipsimmobilisation für durchschnittlich 6 Wochen vor. Das restliche Drittel begann im Bewegungsgips eine frühfunktionelle Nachbehandlung nach durchschnittlich 3 Wochen. Volle Belastung wurde im Durchschnitt nach 8 Wochen erlaubt. Als Kriterien für die volle Gewichtsbelastung werden volle Beweglichkeit, ausreichende dynamische Kontrollmöglichkeiten durch den Musculus quadrizeps und eine adäquate Streckkraft genannt. Freie Beweglichkeit im Kniegelenk wird innerhalb der ersten 6 postoperativen Monate gewünscht, durchschnittlich nach 4 1/2 Monaten. Hier findet sich auch eine große Streubreite der Zeitangaben zwischen 2 und 10 Monaten. Laufübungen werden nach 6 Monaten erlaubt, volle Aktivität sollte im Durchschnitt nach 9,4 Monaten erreicht sein. Hier zeigt sich wieder eine große Schwankungsbreite der Zeitangaben zwischen 4 und 18 Monaten.

Bei den 114 Patienten der Nachuntersuchung erfolgte postoperativ für 14 Tage Ruhigstellung im Oberschenkelliegegips mit 30° Kniebeugung. 4 Patienten erhielten für weitere 4 Wochen einen Gipstutor. 106 Patienten erhielten auf Grund eines operativ angegangenen Knorpelschadens einen Bewegungsgips nach BURRI (1974). Dabei zeigten sich folgende Schwierigkeiten: Die Kniegelenksachse war nicht immer ideal einzujustieren, desweiteren war auf Grund der Muskelschrumpfung ein häufiger Gipswechsel nötig.
Von ähnlichen Erfahrungen berichtet W. MÜLLER (1982). Bei 10 Patienten war in der Mobilisierungsphase ein Brisement in Narkose notwendig, in 2 Fällen eine Arthrolyse.
Seit einiger Zeit wird von manchen Operateuren (W. MÜLLER 82,

WIRTH, JÄGER, KOLB 1984) der Einsatz von automatischen elektrischen Bewegungsschienen beschrieben, die eine langsame limittierte passive Kniegelenksbewegung ermöglicht. Langzeituntersuchungsergebnisse dieser Autoren liegen noch nicht vor.

So liegt auch heute noch der entscheidende Erfolg der postoperativen Phase in der krankengymnastischen Nachbehandlung. Gelingt ein rascher Aufbau der das Knie stabilisierenden und schützenden Muskelgruppen unter entsprechenden adjuvanten Maßnahmen, wie Kryo- und Hydrotherapie, bietet dies die beste Gewähr für ein gutes postoperatives Ergebnis.

VIII. Zusammenfassung

Es wird über die Behandlungsergebnisse von 114 veralteten vorderen Kreuzbandrupturen bei 114 Patienten berichtet, die zwischen 1972 und 1982 in der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der Freien Universität Berlin im Oskar-Helene-Heim behandelt wurden. Der Behandlungserfolg wurde nach subjektiven Beschwerden, objektiver klinischer Nachuntersuchung und Röntgenkontrollen ermittelt. Das Patientengut wurde in 2 Gruppen eingeteilt:

Gruppe I:
Hier wurden alle Patienten erfaßt, bei denen in den Jahren von 1972 bis 1976 eine Kreuzbandersatzplastik mit Patellarsehnendrittel durchgeführt worden war, in der

Gruppe II
alle Patienten von 1977 bis 1982, bei denen der Ersatz des vorderen Kreuzbandes mit distal gestielter Sehne des Musculus semitendinosus erfolgte.

Subjektiv waren 86 % der Gruppe I und 81 % der Gruppe II mit dem Operationsergebnis zufrieden.

Die klinischen Nachuntersuchungsergebnisse wurden nach dem Schema von O'DONOGHUE eingeteilt. Dabei zeigte sich in Gruppe I bei 72 % der Fälle ein gutes Ergebnis und in Gruppe II bei 73 %.

Die Auswertung der Röntgenaufnahmen zeigte, daß es nur in 7 % der Fälle in Gruppe I und in nur 33 % der Fälle in Gruppe II zu keinem Fortschreiten der Arthrose im Kniegelenk gekommen war. Die Indikation zum operativen Vorgehen bei der veralteten vorderen Kreuzbandruptur bedarf einer strengen Indikation. Sie sollte beim jungen sporttreibenden Patienten erfolgen, bei dem eine muskuläre Kompensation der Instabilität nicht mehr möglich ist.

Literaturverzeichnis

1. Akeson, W.H., D. Amiel, D. La Violetta: The connective-tissue response to immobilitiy: A study of Chondroitin-4 and 6-sulfate and dermatan sulfate changes in periarticular connective tissue of control and immobilized knees of dogs. Clin. Orthop. 51 (1967) 183

2. Alieff, A., J. Schalutin: Lyophilisierte Dura mater als Ersatz des vorderen Kreuzbandes und gleichzeitig des Innenbandes des Kniegelenkes. Akt. Traumatol. 5 (1975) 49

3. Alm, A., J. Gillquist: Reconstruction of the anterior cruciate ligament by using the medial third of the patellar ligament. Acta chir. scand. 140 (1974) 289

4. Appel, H.: Late results after meniscectomie in the knee joint. Acta orthop. scand., Suppl. 133 (1970)

5. Andrews, J.R.: Classification of Knee Joint Instability. Vortrag 17. Tagung d. Öst. Ges. f. Unfallchir. Salzburg, Oktober 1981

6. Artmann, M., C.J. Wirth: Untersuchung über den funktionsgerechten Verlauf der vorderen Kreuzbandplastik. Z. Orthop. 112 (1974 a) 160

7. Augustine, R.W.: The unstable knee. J. Surg. 92 (1956) 380

8. Balkfors, R.: The course of knee-ligament injuries. Arch. Orthop. Scand., Suppl. 53 (1983) 198

9. Barfred, T.: Experimental rupture of the Achilles tendon. Comparison of experimental ruptures in rats of different conditions. Arch. Orthop. Scand. 42 (1971) 406

10. Bargar, W.L., J.R. Moreland, K.L. Markolf, S.C. Shoemaker, H.C. Amstutz, T.T. Grant: In vivo stability of postmeniscectomy knees. Clin. Orthop. 150 (1980) 247

11. Bartel, D.L., J.L. Marshall, R.A. Schieck, J.B. Wang: Surgical repositioning of the medial collateral ligament. J. Bone Jt Surg. 59 A (1977) 107

12. Berringhoft, A., K. Goerttler: Lehrbuch der Anatomie des Menschen, Bd. 1. Verlag Urban und Schwarzenberg, München. 10. Aufl.(1968)

13. Bircher, E.: Die Binnenverletzungen des Kniegelenkes. Schweiz. med. Wschr. 39 (1931) 1210

14. Bohr, H.: Experimental osteoarthritis in the rabbit knee joint. Acta orthop. scand. 47 (1976) 558

15. Brantigan, O.C., A.F. Voshell: The mechanies of the ligament and menisci of the knee joint. J. Bone Jt Surg. 23 (1941) 44

16. Brückner, H.: Eine neue Methode der Kreuzbandplastik. Chirurg 37 (1966) 413

17. Burri, C., W. Mutschler: Das Knie. Verletzungen, Verletzungsfolgen, Erkrankungen. Hippokrates, Stuttgart 1982

18. Burri, C., G. Helbing, A. Rüter: Die Behandlung der posttraumatischen Bandinstabilität am Kniegelenk. Orthopädie 3 (1974) 184

19. Burri, C., H. Henkemeyer, R. Neugebauer: Technik des alloplastischen Bandersatzes mit Kohlefasern. In Burri, C.L. Claes: Aktuelle Probleme in Chirurgie und Orthopädie: Alloplastischer Bandersatz. Huber, Bern 1983

20. Burri, C., P. Hutzschenreuter, H. Pässler, J. Radde: Functional postoperative care after reconstruction of knee ligaments. An experimental study. In The Knee Joint. Excerpta medica, Amsterdam 1974

21. Butler, H.C.: Teflon as a prosthetic ligament in repair of ruptured cruciate ligaments. J. vet. Res. 25 (1964) 55

22. Cabaud, H.E., D.B. Slocum: The diagnosis of chronic anterolateral rotatory instability of the knee. Amer. J. Sports Med. 5 (1977) 99

23. Cabaud, H.E., J.A. Feagin, W.G. Rodkey: Acute anterior cruciate ligament injury and repair reinforced with a biodegradable intraarticular ligament. Amer. J. Sports Med. 10 (1982) 259

24. Cabaud, H.E., W.G. Rodkey, J.A. Feagin: Experimental studies of acute anterior cruciate ligament injury and repair. Amer. J. Sports Med. 7 (1979) 18

25. Campbell, W.C.: An operation for repair of the internal and external lateral ligaments of the knee joint. Surg. Gynec. Obstet. 60 (1935) 214

26. Campbell, W.C.: Reconstruction of the ligaments of the knee. Amer. J. Surg. 43 (1939) 473

27. Carrell, M.D.: Use of fascia lata in knee-joint instability. J. Bone Jt. Surg. 19 (1937) 1018

28. Castaing, J., Ph. Burding, M. Mougin: Les conditions de la stabilité passive du genou. Rev. Chir. orthop. 58 (1972) 34

29. Cho. K.O.: Reconstruction of the anterior cruciate ligament by semitendinosus tenodesis. J. Bone Jt. Surg. 57 A (1975) 608

30. Clancy, W.G., D.A. Nelson, B. Reider, R.G. Narechania: Anterior cruciate ligament reconstruction using one - third of the patellar ligament, augmented by extra-articular tendon transfer. J. Bone Jt. Surg. 64 A (1982) 352

31. Contzen, H.: Klinische Diagnostik bei Kniegelenksinstabilität. Hefte Unfallheilkunde 129 (1977)144-148

32. Cotta, H., H. Krahl: Das verletzte Kniegelenk des Sportlers - moderne diagnostische und therapeutische Verfahren. Dtsch. Ärztebl. 34 (1978) 879

33. Currier, P., J. Lehmann, P. Lightfoot: Electrical stimulation in exercise of the quadriceps femoris muscle. Phys. Ther. 59 (1979) 1508

34. DeHaven, K.E.: Diagnosis of acute knee injuries with hemarthrosis. Amer. J. Sports Med. 8 (1980) 9

35. Edwards, A.H.: Operative repair of cruciate ligaments in sere trauma of knee. Brit. J. Surg. 13 (1926) 432

36. Eriksson, E., T. Häggmark, K.-H. Kiessling, J. Karlsson: Effect of electrical stimulation on human skeletal muscle. Int. J. Sports Med. 2 (1981) 18

37. Felsenreich, F.: Klinik der Kreuzbandverletzungen. Langenbecks. Arch. klin. Chir. 179 (1934a) 375

38. Ficat, P.: Reconstruction du ligament croisé antérieur. Rev. Chir. orthop., Suppl. I, 58 (1972) 85

39. Ficat, P., J.P. Cuzacq, A. Ricci: Chirurgie réparatrice des laxités chroniques ligaments croisés du genou. Rev. Chir. orthop. 61 (1975) 89

40. Fick, R.: Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke. Fischer, Jena 1911

41. Fischer, O.: Kinematik organischer Gelenke. Vieweg, Braunschweig 1907

42. Fischer, V., H. Bruns, K. Matzen: Belastbarkeit nach medialer und lateraler Meniskektomie. Wehrmed. Mschr. 18 (1974) 370

43. Fischer, L.P., J. Guyot, G.P. Gonon, J.P. Carret, P. Courcelles, P. Dahhan: The role of the muscles and ligaments in stabilization of the knee joint. Anat. Clin. 1 (1978) 43

44. Fox, J.M., M.E. Blazina, W. Del Pizzo, F.M. Ivey, B. Broukhim: Extra-articular stabilization of the knee joint for anterior instability. Clin. Orthop. 147 (1980) 56

45. France, E.P., A.V. Daniels, E.M. Goble, H.K. Dunn: Simultaneous quantitation of knee ligament forces. J. Biomech. 16 (1983) 553

46. Franke, K.: Zur Behandlung von Kreuzbandverletzungen des Kniegelenkes. Med. u. Sport 14 (1974) 342

47. Franke, K.: Die Chondropathie des Sportlers in Cotta/Krahl/Steinbrück: Die Belastungstoleranz des Bewegungsapparates. Thieme-Verlag Stuttgart, New York 1980

48. Franke, K., K.-P. Franke, Cl. Schulze: Die chirurgische Behandlung der Kapsel-Bänder-Läsionen des Kniegelenks. 10-Jahres-Analyse (1971-1980) von 811 Operationen bei 648 Patienten. Z. ärztl. Fortbild. 75 (1981) 947

49. Frick, E., R. Blatter: Die Behandlung der frischen Bandläsion des Kniegelenkes im Regionalhospital. Helv. Chir. Acta 47 (1980) 103-106

50. Gächter, A., E. Morscher, J. Mohler, F. Hefti: Klinische Anwendung von ungeflochtenen Carbonfasern als Leitstruktur bei Bandrekonstruktionen. In Burri, C., L. Claes: Aktuelle Probleme in Chirurgie und Orthopädie: Alloplastischer Bandersatz. Huber, Bern 1983

51. Galway, R.D., A. Beaupré, D.L. MacIntosh: Pivot shift: A clinical sign of symptomatic anterior cruciate insufficiency. J. Bone Jt. Surg. 54 B (1972) 763

52. Gilbertson, E.M.: Development of periarticular osteophytes in experimentally induced osteoarthritis in the dog: A study using microradiographic, microangiographic and fluorescent bonelabelling techniques. Ann. rheum. Dis. 34 (1975) 12

53. Hackenbroch jr., M.H., C.J. Wirth: Gonarthrose nach persistierender Kniegelenksinstabilität. Z. Orthop. 117 (1979) 753

54. Hackenbruch, W., H.R. Henche: Diagnostik und Therapie von Kapselbandläsionen am Kniegelenk. Eular, Basel 1981

55. Hehne, H.J., V.N. Riede, G. Hauschild, M. Schlageter: Tibiofemorale Kontaktflächenmessungen nach experimentellen partiellen und subtotalen Meniskektomien. Z. Orthop. 119 (1981) 54

56. Havemann, D. L. Schroeder, J. Voigt: Technisches und taktisches Vorgehen bei totaler Kniegelenksluxation. Zbl. Chir. 105/5 (1980)

57. Hertel, P.: Verletzung und Spannung von Kniebändern. H. Unfallheilk. 142 (1980)

58. Hertel, P., L. Schweiberer: Biomechanik und Pathophysiologie des Kniebandapparates. Unfallheilk. 125 (1975) 1

59. Hey Groves, E.W.: The crucial ligaments of the knee-joint: Their function, rupture, and the operative treatment of the same. Brit. J. Surg. 7 (1919) 505

60. Hinko, P.J.: The use of a prosthetic ligament in repair of the torn anterior cruciate ligament in the dog. JAAHA 17 (1981)

61. Hirsch, G.: Tensile properties during tendon healing. Acta orthop. scand. Suppl. 153 (1974) 1

62. Hönigschmied, J.: Leichenexperimente über die Zerreissungen der Bänder im Kniegelenk. Dtsch. Z. Chir. 36 (1893) 587

63. Hörterer, H.: Belastungsänderungen am Kniegelenk beim Skilauf aus medizinischer Sicht. Fortschr. Med. 100. Jg. (1982) Nr. 3: 76-78

64. Holz, U., S. Weller: Diagnostik und Therapie frischer und veralteter Bandverletzungen am Kniegelenk. Chirurg 48 (1977) 749-755

65. Horwitz, M.R.: Injuries of the ligaments of the knee joint. An experimental study. Arch. Surg. 38 (1939) 946

66. Hsieh, H.-H., P.S. Walker: Stabilizing mechanisms of the loaded and unloaded knee joint. J. Bone Jt. Surg. 58 A (1976) 87

67. Hughston, J.C.: Acute knee injuries in athletes. Clin. Orthop. 23 (1962) 114

68. Hughston, j.C., G.R. Barrett: Acute anteromedial rotatory instability. Long-term results of surgical repair. J. Bone Jt. Surg. 65 A (1983) 145

69. Hughston, J.C., A.F. Eilers: The role of the posterior oblique ligament in repairs of acute medial (collateral) ligament tears of the knee. J. Bone Jt. Surg. 55 A (1973) 923

70. Hughston, J.C., M.J. Cross, J.R. Andrews: Clinical evaluation of knee ligament stability. In The Knee Joint. Excerpta medica, Amsterdam 1974

71. Hughston, J.C., J.R. Andrews, M.J. Cross, A. Moschi: Classification of knee ligament instabilities. Part I. The medial compartment and cruciate ligaments. J. Bone Jt. Surg. 58 A (1976) 159

72. Hulth, A., L. Lindberg, H. Telhag: Experimental osteoarthritis in rabbits. Preliminary report. Acta orthop. scand. 41 (1970) 522

73. Jack, E.A.: Experimental rupture of the medial collateral ligament of the knee. J. Bone Jt. Surg. 42 B (1960) 396

74. Jackson, R.W., R.J. Peters, R.L. Marczyk: Late results of untreated anterior cruciate ligament rupture. J. Bone Jt. Surg. 62 B (1980) 127

75. Jacobsen, K.: Stress radiographical measurement of the antero-posterior medial and lateral stability of the knee joint. Acta orthop. scand 47 (1976) 335

76. Jäger, M., C.J. Wirth: Kapselbandläsionen. Biomechanik, Diagnostik und Therapie. Thieme, Stuttgart 1978 a

77. Jäger, M., C.J. Wirth: Die veraltete anteromediale Kniegelenksinstabilität. Operative Behandlung - Ergebnisse - Modifikationen. Unfallheilkunde 81 (1978 b) 172

78. Jäger, M., C.J. Wirth: Die Problematik veralteter, kombinierter Komplexinstabilitäten des Kniegelenkes. Unfallheilkunde 82 (1979 a) 58

79. Jakob, R.P., B. Noesberger: Das Pivot-Shift-Phänomen, ein neues Zeichen der Ruptur des vorderen Kreuzbandes und die spezifische laterale Rekonstruktion. Helv. chir. Acta 43 (1976) 451

80. James, S.L., J.F. Kellam, D.B. Slocum, R.L. Larson: Der Proplast-Ligament-Ersatz für die Kreuzbänder des Kniegelenkes. In Burri, C., L. Claes: Aktuelle Probleme in Chirurgie und Orthopädie: Alloplastischer Bandersatz. Huber, Bern 1983

81. Janik, B.: Kreuzbandverletzungen des Kniegelenkes. de Gruyter, Berlin 1955

82. Jenkins, D.H.: Alloplastischer Bandersatz mit Kohlefasern - Klinische Anwendung und Ergebnisse. In Burri, C., L. Claes: Aktuelle Probleme in Chirurgie und Orthopädie: Alloplastischer Bandersatz. Huber, Bern 1983

83. Johnson, F.L.: Use of braided nylon as a prosthetic anterior cruciate ligament of the dog. J. Amer. vet. med. Ass. 137 (1960) 646

84. Johnson, L.L.: Lateral capsular ligament complex: Anatomical and surgical considerations. Amer. J. Sports Med. 7 (1979) 156

85. Jones, K.G.: Reconstruction of the anterior cruciate ligament.
J. Bone Jt. Surg. 45 A (1963) 925

86. Jones, K.G.: Reconstruction of the anterior cruciate ligament using the central one-third of the patellar ligament.
J. Bone Jt. Surg. 52 A (1970) 1302

87. Jones, R., A. Smith: On rupture of the crucial ligaments of the knee, and fractures of the spine of the tibia.
Brit. J. Surg. 1 (1913) 70

88. Kaplan, E.B.: Some aspects of functional anatomy of the human knee joint.
Clin. Orthop. 23 (1962) 18

89. Kennedy, J.C.: Classification of knee joint instability resulting from ligamentous damage. In Schulitz, K.-P., H. Krahl, W.H. Stein: Late reconstructions of Injured Ligaments of the Knee.
Springer, Berlin 1978

90. Kennedy, J.C., P.J. Fowler: Medial and anterior instability of the knee.
J. Bone Jt. Surg. 53 A (1971) 1257

91. Kennedy, J.D., R.B. Willis: Synthetic cruciate ligaments - preliminary report.
J. Bone Jt. Surg. 58 B (1976) 142

92. Kennedy, J.C., H.W. Weinberg, A.S. Wilson: The anatomy and function of the anterior cruciate ligament.
J. Bone Jt. Surg. 56 A (1974) 223

93. Klug, S.: Die Krankengymnastische Behandlung des Kniegelenks.
Therapiewoche 32 (1982) 297-298

94. Knese, K.H.: Inematik des Kniegelenkes.
Z. Anat. 115 (1950) 287

95. Knight, L.: Electrical muscle stimulation during immobilizytion.
Phys. Sports Med. 8 (1980) 147

96. Krahl, H.: Sportfähigkeit nach Knieverletzungen.
In Hohmann, S.: Praktische Orthopädie, Bd. XI: Das Knie.
Stork, Bruchsal 1981

97. Krause, W.R., M.H. Pope, R.J. Johnson, D.G. Wilder: Mechanical changes in the knee after meniscectomy. J. Bone Jt. Surg. 58 A (1976) 599

98. Kurosawa, H., T. Fukubayashi, H. Nakajima: Load-bearing mode of the knee joint: Physical behavior of the knee joint with or without menisci. Clin. Orthop. 149 (1980) 283

99. Küsswetter, W., C.J. Wirth: Simultane Spannungsmessungen am Kapselbandapparat des Kniegelenkes. Orthop. Prax. 14 (1978) 199

100. Lam, S.J.S.: Reconstruction of the anterior cruciate ligament using the Jones procedure and its guy's hospital modification. J. Bone Jt. Surg. 50 A (1968) 1213

101. Lam, S.J.S.: Reconstruction of the anterior cruciate ligament. In: The Knee Joint, hrsg. von O.S. Ingwersen, B. van Linge, T. van Rents, G. Rosingh, B. Veraart, D. Levay: Excerpta Medica Foundation, Amsterdam 1974

102. Lange, M.: Lehrbuch der Orthopädie und Traumatologie. Enke, Stuttgart 1971

103. Lenggenhager, K.: Über Genese, Symptomatologie und Therapie des Schubladensymptoms des Kniegelenkes. Zbl. Chir. 39 (1940) 1810

104. Levy, J.M., P.A. Torzilli, R.F. Warren: The effect of medial meniscectomy on anterior-posterior motion of the knee. J. Bone Jt. Surg. 84 A (1982) 883

105. Lindemann, K.: Über den plastischen Ersatz der Kreuzbänder durch gestielte Sehnenverpflanzungen. Z. Orthop. 79 (1950) 316

106. Loeffler, K.: Kreuzbandverletzungen im Kniegelenk des Hundes. Anatomie, Klinik und experimentelle Untersuchungen. Scharper, Hannover 1964

107 Lokshina, Tzeytlina: Experimental-clinical data on alloplasty of the knee joint ligaments. Ortop. Travm. Protez. 33 (1972) 4 (Russisch)

108. Losee, R.E., T.R. Johnson, W.O. Southwick: Anterior subluxation of the lateral tibial plateau. J. Bone Jt. Surg. 60 A (1978) 1015

109. Mc Devitt, C., E.M. Gilbertson, H. Muir: An experimental model of osteoarthritis: Early morphological and biomechanical changes. J. Bone Jt. Surg. 59 B (1977) 24

110. Mariani, P.P., G. Puddu, A. Ferretti: Hemarthrosis treated by aspiration and casting. How to condemn the knee. Amer. J. Sports Med 10 (1982) 343

111. Marshall, J.L.: Periarticular osteophytes. Initiation and formation in the knee of the dog. Clin. Orthop. 62 (1969) 37

112. Marshall, J.L., S.-E. Olsson: Instability of the knee. A longterm experimental study in dogs. J. Bone Jt. Surg. 53 A (1971)

113. Marshall, J.L., R.M. Rubin: Knee ligament injuries - a diagnostic and therapeutic approach. Orthop. Clin. N. Amer. 8 (1977) 641

114. Marshall, J.L., J.F. Fetto, P.M. Botero: Knee ligament injuries. A standardized evaluation method. Clin. Orthop. 123 (1977) 115

115. Marty, A.: Frische Kniebinnenverletzungen /Differentialdiagnose und Therapie. Z. Unfallmed. Berufskr. 63 (1970) 4

116. Menge, M.: Sportverletzungen und Sportschäden am Kniegelenk. Therapiewoche 32 (1982) 280-289

117. Menke, W., E.H. Müller: Typische Skiverletzungen und deren Ursachen. Dtsch. Zschr. u. Sportmed.Heft 4 (1981) 89

118. Menschik, A.: Mechanik des Kniegelenkes, 1. Teil. Z. Orthop. 112 (1974) 481

119. von Meyer, H.: Die Mechanik des Kniegelenkes. Arch. Anat. Physiol. Wiss. Med. (Müller's Archiv) 497 (1963)

120. Mittelbach, H.R., H. Gelbke: Bandverletzungen am Kniegelenk. Chir. Praxis 15 (1971) 81

121. Mockwitz, J., H. Contzen: Die alloplastische Korrektur der chronischen Knieband-Instabilität mit Polyäthylenterephthalat. In Burri, C., L. Claes: Aktuelle Probleme in Chirurgie u.Orthopädie: Alloplastischer Bandersatz. Huber, Bern 1983

122. Montag, W.D.: Nachuntersuchungen von operativ behandelten Kniebandläsionen bei 212 Patienten.
Z. Orthop. 89 (1957) 245

123. Müller, W.: Die Rotationsinstabilität am Kniegelenk.
H. Unfallheilk. 125 (1975) 51

124. Müller, W.: Neuere Aspekte der funktionellen Anatomie des Kniegelenkes.
H. Unfallheilk 129 (1977) 132-137

125. Müller, W.: Allgemeine Diagnostik und Sofort-therapie bei Bandverletzungen.
Unfallheilk. 83 (1980) 389-397

126. Müller, W.: Das Knie. Form, Funktion und ligamentäre Wiederherstellung.
Springer, Berlin 1982

127. Muhr, W., M. Wagner: Kapsel-Band-Verletzungen des Kniegelenkes.
Springer, Berlin 181

128. Nicholas, J.A.: The five-one reconstruction for antero-medial instability of the knee.
J. Bone Jt. Surg. 55 A (1973) 899

129. Niederecker, K.: Behandlung der Kreuzbandverletzungen und des Schlotterknies.
Verh. dtsch. Orthop. Ges. 42 (1954) 227

130. Noesberger, B.: Untersuchung des Kniegelenkes.
H. Unfallheilk. 125 (1975) 86

131. Noesberger, B.: Grundlagen zur Diagnostik frischer und veralteter Kapselbandläsionen des Kniegelenkes. In Jäger, M., M.H. Hackenbroch, J.J. Refior: Kapselbandläsionen des Kniegelenkes.
Thieme, Stuttgart 1981

132. Noyes, F.R., J.L. De Lucas, P.J. Torvick: Biomechanics of anterior cruciate ligament failure: An analysis of stain rate sensitivity and mechanism of failure in primates.
J. Bone Jt. Surg. 56 A (1974) 236

133. Noyes, F.R., R.W. Bassett, E.S. Grood, D.L. Butler: Arthroscopy in acute traumatic hemarthrosis of the knee.
J. Bone Jt. Surg. 62 A (1980) 687

134. O'DONOGHUE, D.H.: An analysis of end results of surgical treatment of major injuries to the ligaments of the knee.
J. Bone Jt. Surg. 37 A (1955) 1

135. O'DONOGHUE, D.H.: A method for replacement of the anterior cruciate ligament of the knee.
J. Bone Jt. Surg. 45 A (1963) 905

136. O'DONOGHUE, D.H.: Reconstruction for medial instability of the knee.
J. Bone Jt. Surg. 55 A (1973) 941

137. O'DONOGHUE, D.H, G.R. Frank, G.L. Jeter, W. Johnson, J.W. Zeiders, R. Kenyon: Repair and reconstruction of the anterior cruciate ligament in dogs. Factors influencing longterm results.
J. Bone Jt. Surg. 53 A (1971) 710

138. Omrod, A.N.: Restabilisation of the femoro-tibial joint in the dog following rupture of the anterior cruciate ligament.
Vet. Rec. 75 (1963) 375

139. Pachter, B., A. Eberstein, J. Goodgold: Electrical stimulation effect on denervated skeletal myofibers in rats: A light and electron microscopic study.
Arch. phys. Med. 63 (1982) 427

140. Palmer, J.: On the injuries to the ligaments of the knee joint.
Acta chir. scand. Suppl. 53 (1938)

141. Pavlov, H., R.F. Warren, M.F. Sherman, P.D. Cayea: The accuracy of double-contrast arthrographic evaluation of the anterior cruciate ligament.
J. Bone Jt. Surg. 65 A (1983) 175

142. Pfab, B.: Zur Blutgefäßversorgung der Menisci und Kreuzbänder.
Dtsch. Z. Chir. 205 (1927) 258

143. Pietsch, P., E. Richter, H. Brückner: Ergebnisse plastischer Wiederherstellungsoperationen der Kreuz- und Seitenbänder am Kniegelenk bei 80 Patienten.
Mschr. Unfallheilk. 72 (1969) 141

144. Plitz, W., C.J. Wirth: Dynamische Festigkeitsuntersuchungen an Kunststoffbändern für die temporäre Gelenkführung. In Jäger, M., M.H. Hackenbroch, H.J. Refior: Kapselbandläsionen des Kniegelenkes.
Thieme, Stuttgart 1981

145. Puornaras, J., P.P. Symeonides, G. Karkavelas: The significance of the posterior cruciate ligament in the stability of the knee. An ecperimental study in dogs. J. Bone Jt. Surg. 65 B (1983) 204

146. Ramadier, J.O., J. Benoit: Reconstruction des ligaments lateraux et croises. - Syndesmoplasties du genou. Rev. Chir. orthop., Suppl. I, 58 (1972) 78

147. Rathke, F.W.: Die gestielte Sehne als plastischer Ersatz der Kreuzbänder. Z. Orthop. 86 (1955) 29

148. Rens van, Th.J.G., R.A.A. Bots: The lateral pivot-shift phenomen of the knee. In Chapchal, G.: Injuries of the Ligaments an Their Repair. Thieme, Stuttgart 1977

149. Ritchey, S.J.: Ligamentous disruption of the knee. A review with analysis of 28 cases. U.S. Armed Forces med. J. 11 (1960) 167

150. Rostrup, O.: Reconstruction of the anterior cruciate ligaments. West J. Surg. 72 (1964) 199

151. Salamon, A., F. Mayer, G. Temes: Der experimentelle Ersatz des vorderen Kreuzbandes im Kniegelenk durch Transplantate verschiedenen Typs. Bruns'Beitr. klin. Chir. 218 (1970)182

152. Scapinelli, R.: Studies of the vasculature of the human knee joint. Acta anat. 70 (1968) 305

153. Schneider, I., J. Rehn: Gestielte Transplantate in der Behandlung des instabilen Knies. H. Unfallheilk. 125 (1975) 103

154. Schnitzler, W.: Kryotherapie von Sportverletzungen. In Jäger, M., W. Keyl, C.J. Wirth: Sportverletzungen in der Praxis. Thieme, Stuttgart 1982

155. Seedhom, B.B., D. Dowson, V. Wright: Functions of the menisci- a preliminary study. J. Bone Jt. Surg. 56 B (1974) 381

156. Segesser, B.: Moderne Möglichkeiten der Muskelrehabilitation mit Dynatronic. Z. Unfallmed. Berufskr. 2 (1978) 85

157. Shinno, N.: Reconstruction of cruciate and collateral ligaments of the knee joint by the hamstrings. Tokushima J. exp. Med. 19 (1972) 95

158. Shrive, N.: The weight-bearing role of the menisci of the knee. J. Bone Jt. Surg. 56 B (1974) 381

159. Singleton, W.B.: Stifle joint surgery in the dog. Canad. vet. J. 4 (1963) 142

160. Slocum, D.B., R.L. Larson: Kurze Mitteilung. J. Bone Jt. Surg. 48 A (1966) 1024; 1221

161. Slocum, D.B., R.L. Larson: Rotatory instability of the knee. J. Bone Jt. Surg. 50 A (1968a) 211

162. Slocum, D.B., R.L. Larson: Pes anserinus transplantation. J. Bone Jt. Surg. 50 A (1968b) 226

163. Slocum, D.B., R.L. Larson, S.L. James: Late reconstruction of ligamentous of the medial compartment of the knee. Clin. Orthop. 100 (1974) 23

164. Slocum, D.B., S.L. James, R.L. Larson, K.M. Singer: Clinical test for anterolateral rotatory instability of the knee. Clin. Orthop. 118 (1976) 63

165. Smillie, I.S.: Injuries of the Knee Joint, 4. Aufl. Livingstone, Edinburg 1970

166. Springer, H.H., C.J. Wirth: Der Einfluß der Entfernung des belassenen Hinterhornes auf Restbeschwerden nach medialer Meniskektomie. Vortrag. 33. Jahrestagung der Vereinigung Nordwestdeutscher Orthopäden e.V. Krefeld, Juni 1983

167. Steindler, A.: Kinesiology of the Human Body Under Normal and Pathological Conditions. Thomas, Springfield III. 1955

168. Sternemann, H.O., A. Voorhoeve: Die Kreuzbandplastiken des Kniegelenkes. Arch. orthop. Unfall-Chir. 74 (1973) 329

169. Strover, A.E.: Technische Fortschritte in der Rekonstruktion von Kniebändern durch die Verwendung von Kohlestofffasern. In Burri, C., L Claes: Aktuelle Probleme in Chirurgie u. Orthopädie: Alloplastischer Bandersatz. Huber, Bern 1983

170. Tillberg, B.: The late repair of torn cruciate ligaments using menisci. J. Bone Jt. Surg. 59 B (1977) 15

171. Torg, J.S., W. Conrad, V. Kalen: Clinical diagnosis of anterior cruciate ligament instability in the athlete. Amer. J. Sports Med. 4 (1976) 84

172. Trillat, A., H. Dejour, G. Bousquet: Chirurgie du genou. Troisième Journées Lyonaises, Sept.1977, Simep, Villeurbanne 1978

173. Trillat, A., J.J. Rainaut: Traitment des laxités ligamentaires du genou. Rev. Chir. orthop. 45 (1959) 99

174. Vaugham, L.C.: A study of the replacement of the anterior cruciate ligament in the dog by facia, scin and nylon. Vet. Rec. 75 (1963) 537

175. Vidal, J. Ch. Buscayret, B. Fassio, P. Escare: Traitement chirurgical des entorses graves récentes de genou. Rev. Chir. orthop. 63 (1977) 271

176. Viernstein, K., W. Keyl: Operationen am Kniegelenk. In Chirurg. Operationslehre, Bd. IV/2, hrsg. von B. Breitner, Urban & Schwarzenberg, München 1973

177. Voss-Herlinger: Taschenbuch der Anatomie. Gustav-Fischer-Verlag, Stuttgart 1975

178. Wang, C.J., P.S. Walker: The effects of flexion and rotation on the length patterns of the ligaments of the knee. J. Biomech. 6 (1973) 587

179. Warren, L.F., J.L. Marshall, F. Girgis: The prime static stabilizer of the medial side of the knee. J. Bone Jt. Surg. 56 A (1974) 665

180. Willenegger, H., J. Müller, E. Klumpp, H. Al-Haddad: Ligament repair in recent and longstanding knee injuries by autogenous skin graft. In: Injuries of the ligaments and their repair, hrsg. von G. Chapchal, Thieme, Stuttgart 1977

181. Wirth, C.J.: Experimentelle Untersuchungen zum Kreuzbandersatz am Schaf mit Dura mater in Kombination mit einem synthetischen Band. Z. Orthop. 116 (1978a) 577

182. Wirth, C.J.: Biomechanik des Kapselbandapparates des Kniegelenkes. In Jäger, M., M.H. Hackenbroch, H.J. Refior: Kapselbandläsionen des Kniegelenkes. Thieme, Stuttgart 1981

183. Wirth, C.J., M. Artmann: Verhalten der Roll-Gleit-Bewegung des belasteten Kniegelenkes bei Verlust und Ersatz des vorderen Kreuzbandes. Arch. orthop. Unfall-Chir. 78 (1974) 356

184. Wirth, C.J., W. Küsswetter: Die isolierte Ruptur des vorderen Kreuzbandes. Klinische und experimentelle Untersuchungen. Arch. orthop. traum. Surg. 91 (1978) 239

185. Wirth, C.J., M. Jäger, M. Kolb: Die komplexe vordere Knieinstabilität. Georg Thieme-Verlag, Stuttgart 1984

186. Wittek, A.: Zur Naht der Kreuzbandverletzung im Kniegelenk. Zbl. Chir. 54 (1927a) 1538

Lebenslauf

Am 9. August 1950 wurde ich in Crimmitschau geboren.
Meine Mutter ist Lehrerin, mein Vater Kaufmann.
Von 1957 bis 1959 besuchte ich die Grundschule in Crimmitschau, von 1959 bis 1961 die Grundschule Frohnau. Bis zu meinem Abitur im Mai 1969 besuchte ich das Matthias-Claudius-Gymnasium in Gehrden bei Hannover.
Wintersemester 1969 und Sommersemester 1970 Studium der Chemie an der Georg-August-Universität Göttingen. Seit Wintersemester 1970 Studium der Humanmedizin an der Freien Universität Berlin.

Im August 1977 bestand ich das Staatsexamen.
Nach Medizinalassistentenzeit erfolgte die Approbation am 1.12.1978.

Vom 1.12.1978 bis zum 30.6.1980 war ich als Assistenzarzt auf der II. Chirurgischen Abteilung des Städtischen Krankenhauses Moabit tätig.

Vom 1.7.1980 bis zum 31.12.1984 war ich als Assistenzarzt an der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der Freien Universität Berlin im Oskar-Helene-Heim tätig.

Seit November 1984 bin ich Arzt für Orthopädie und seit 1. Januar 1985 Oberarzt in der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der Freien Universität Berlin im Oskar-Helene-Heim.

Danksagung

Herrn Prof. Dr. med. W. Groher danke ich herzlich für die Überlassung des Themas und seine großzügige Unterstützung während der Arbeit.

Frau Bärbel Speyer und Frau Bärbel Stahr danke ich für die graphische Darstellung der Aufzeichnungen.

Frau Podzun danke ich für die Abschrift und Korrektur des Manuskriptes.